

JARÐVARMVIRKJANIR

HÖNNUNARFORSENDUR

OKTÓBER 2017

SKJALANÚMÉR: FH-090-010						
NÚGILDANDI ÚTGÁFA: 0						
ÚTGÁFA	DAGS. ÚTG	ÚTGÁFUSTAÐA	HÖFUNDUR	RÝNIR	SAMÞYKKT	VERKKAUPI
1	25.10.2017	Til útgáfu	VK,SG,SnJ,IC	EH	EH	
0	31.01.2017	Til rýni	VK,SG,SnJ,IC	EH	EH	ÞÁ

Efnisyfirlit:

1. Hönnunarferlið	1
2. Almenn	2
2.1 Staðlar	2
2.2 Afhending teikninga	2
2.3 KKS nafnakerfi og eignanúmerakerfi	4
3. Öryggis-, heilbrigðis- og umhverfismál.....	7
4. Byggingar	10
4.1 Burðarþolshönnun.....	10
4.1.1 Grunnildi burðarþolshönnunar	10
4.1.2 Álag á mannvirki	10
4.1.3 Kröfur til stífleika og útbeygju bygginga almennt	11
4.1.4 Byggingarefni og kröfur til þess	11
4.2 Arkitektúr.....	11
4.2.1 Húsbyggingar	11
4.2.2 Almenn fyrirkomulag	12
4.2.3 Gólfyfirborð	12
4.2.4 Veggir	13
4.2.5 Þök	13
4.2.6 Gluggar og útihurðir	13
4.2.7 Litaval	14
4.3 Öryggis-, innbrot- og aðgangsstýringakerfi.....	16
4.3.1 Innbrotakerfi	16
4.3.2 Slökkvi og brunakerfi.....	16
4.3.3 Innbrotakerfi, myndavélar	17
4.3.4 Öryggisbúnaður, handgasmælar	17
5. Rafmagn	18
5.1 Almenn	18
5.2 Staðlar	18
5.3 Reglugerðir	18
5.4 Einangrunarsamhæfing.....	18
5.5 Skammhlaupspól	19
5.6 Tærandi lofttegundir í andrúmslofti.....	19
5.7 Háspennakerfi.....	19

5.7.1	Almennt.....	19
5.7.2	Staðlar	19
5.7.3	Málgeta	20
5.7.4	Gerð strengs og endatenginga.....	20
5.8	Aflspennar.....	21
5.8.1	Aflspennar - Hellsheiði	21
5.8.2	Aflspennar - Nesjavellir	22
5.8.3	Staðlar	22
5.8.4	Skammhlaupsafl og málgeta	23
5.8.5	Varnir og stýringar.....	23
5.9	Rafali og segulmögnun ásamt endabúnaði rafala.....	23
5.9.1	Almennt.....	23
5.9.2	Staðlar	23
5.9.3	Grunngerð og málgildi rafala og endabúnaðar	25
5.9.4	Grunngerð og málgildi segulmögnunar og spennustillis	26
5.9.5	Varnir og stýringar.....	26
5.10	11 kV kerfi.....	26
5.10.1	Almennt.....	26
5.10.2	Staðlar	26
5.10.3	Skammhlaupsafl og málgeta	27
5.10.4	Grunngerð 11 kV búnaðar.....	27
5.10.5	Mælaspennar	28
5.10.6	Varnir og stýringar.....	29
5.11	400 V kerfi.....	30
5.11.1	Staðlar	30
5.11.2	Skammhlaupsafl og málgeta	30
5.11.3	Grunngerð 400 V búnaðar.....	30
5.12	Jafnstraumskerfi.....	32
5.12.1	Staðlar	32
5.12.2	Skammhlaupsafl og málgeta	32
5.12.3	Grunngerð jafnstraumbúnaðar.....	32
5.12.4	Rafgeymar	33
5.12.5	Hleðslutæki	33
5.13	Varnir og samfösun.....	33
5.13.1	Almennt.....	33
5.13.2	Staðlar	33
5.14	Strengir og tengingar	34

5.14.1	Almennt.....	34
5.14.2	Staðlar	34
5.14.3	Víringar og tengingar.....	35
6.	Stjórnbúnaður	36
6.1	Almennt	36
6.2	Staðlar	36
6.3	Umhverfi stjórnbúnaðar.....	36
6.3.1	H ₂ S í andrúmslofti	36
6.3.2	Gólfefni	37
6.3.3	Kröfur vegna jarðskjálftaálags	37
6.3.4	Umhverfishiti	37
6.4	Stjórnstig.....	37
6.4.1	Hlutverk stjórnstöðvar að Bæjarhálsi 1	37
6.5	Rekstraröryggi	38
6.5.1	Umfremd búnaðar vinnslurásar	38
6.5.2	Módúluppbygging og rekstraröryggi	38
6.5.3	Stýrivélar óháðar skjákerfi	38
6.5.4	Bilanaleit og viðgerðatími	38
6.5.5	Cyber security (tölvuöryggi).....	38
6.5.6	Öryggi stýringa (fail-safe virkni)	38
6.6	Vélbúnaður	39
6.6.1	Aflfæðing - Yfirlit.....	39
6.6.2	Aflfæðing – Kröfur til spennu	39
6.6.3	Varnir gegn rafmagnstruflunum.....	39
6.6.4	Stýrivélar	40
6.6.5	Samskiptabrautir	41
6.6.6	Netþjónar og vinnustöðvar (PC tölvur).....	41
6.6.7	Netbúnaður og fjarskiptakerfi	41
6.6.8	GPS klukka og tímamerkingar.....	41
6.7	Hugbúnaður	42
6.7.1	Stýrikerfi og sýndarvélar	42
6.7.2	Forritunarhugbúnaður/próunarumhverfi.....	42
6.7.3	Notendaviðmót (HMI) - Tungumál	42
6.7.4	Notendaviðmót stjórnkerfis utan stöðvarhúss	42
6.7.5	Aðgangsstýring	42
6.7.6	Skjámyndir	43

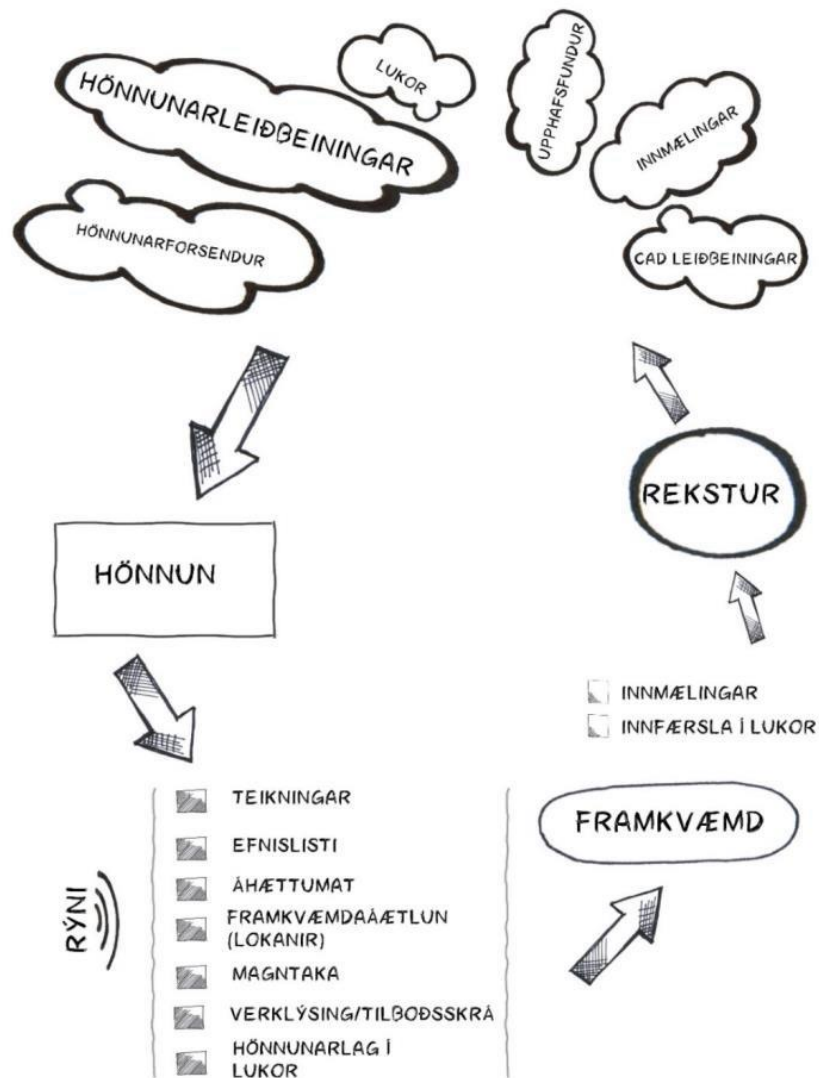
6.8	Strenglagnir innanhúss og ofanjarðar fyrir stjórnkerfið.....	43
6.8.1	Gerðir strengja	43
6.9	Prófanir – Verkferlar.....	44
7.	Vélbúnaður	45
7.1	Almennt	45
7.1.1	Ástand kerfis	45
7.1.2	Eiginþyngd	45
7.2	Lagnir ofanjarðar.....	45
7.2.1	Almennt.....	45
7.2.2	Álagsgreining	46
7.2.3	Þrýstivarnir	46
7.2.4	Lagnir úr svörtu stáli.....	46
7.2.5	Ryðfríar lagnir	47
7.2.6	Einangrun og áklæðning.....	47
7.2.7	Stærðir	47
7.2.8	Gerðir pípna og tengistykkja.....	47
7.2.9	Undirstöður	48
7.2.10	Stútar	48
7.2.11	Þéttingar	48
7.2.12	Boltar og rær	49
7.2.13	Yfirborðsmeðhöndlun	49
7.3	Lagnir neðanjarðar.....	49
7.3.1	Almennt.....	49
7.3.2	Hönnunarforsendur rennslis, þrýstings og efnisvals.	49
7.3.3	Álagsgreining	50
7.3.4	Lagnaefni og líftími.....	50
7.3.5	Varmaþenslur.....	50
7.3.6	Þrýstivarnir	50
7.3.7	Jarðvinnusnið lagna í jörð.	50
7.3.8	Lagnir úr mismunandi lagnaefnum	50
7.4	Snjóbræðslukerfi.....	52
7.4.1	Almennt.....	52
7.4.2	Efnisval	52
7.5	Sýnatökukerfi	52
7.5.1	Almennt.....	52
7.5.2	Vinnsluholur og safnæðar	52

7.5.3	Gufuskiljur og gufuaðveita.....	52
7.5.4	Niðurrennsliðveita.....	52
7.5.5	Kaldvatnsholur	53
7.5.6	Vélasalur.....	53
7.5.7	Varmastöð.....	53
7.5.8	Lofthreinsistöð.....	54
7.6	Skiljur og demparar.....	54
7.6.1	Almennt.....	54
7.7	Dælur.....	54
7.7.1	Almennt.....	54
7.8	Lokar.....	54
7.8.1	Höfuðlokar.....	54
7.8.2	Rennilokar.....	54
7.8.3	Aðrir lokar	54
7.9	Pallar og stigar.....	55
7.9.1	Almennt.....	55
7.9.2	Hönnun	55
7.9.3	Yfirborðsmeðhöndlun	55
7.10	Annað	55
7.10.1	Blendur og millihringir.....	55
7.10.2	Gasskynjarar.....	56
8.	Viðaukar og fylgigögn	56

1. Hönnunarferlið

Þau verkefni sem ON kemur að og snúa að einhverskonar hönnun eru margvísleg að bæði gerð og umfangi. Það þarf því að taka tillit til þess þegar hönnunarferlið er skoðað. Við alla hönnun skal leitast við að uppfylla þær væntingar sem gerðar eru til notkunar, efnis, gæða og umhverfisþátta. Skoða þarf vinnuumhverfi þeirra aðila sem koma að verkinu hvort sem það eru verktakar, þeir sem munu reka kerfið eða viðskiptavinir.

Sérstaklega skal huga að öryggisþáttum mannvirkisins. Líta þarf þá á öll stig mannvirkisins hvort sem það er framkvæmd, rekstur eða niðurrif (aflögn).



Mynd 1. Dæmigert hönnunarferli

2. Almenn

Skjal þetta fjallar um almennar hönnunarforsendur jarðvarmavirkjana í eigu ON.

Það sem kemur fram í skjali þessu skal endurspeglast í sértækari hönnunarforsendum fyrir sérhvert verkefni og nýja hönnun. Frávik frá þeim skulu aðeins gerðar með fullu samþykki fulltrúa ON.

Hönnun skal vera hagkvæm, bæði kostnaðar- og rekstrarlega og í samræmi við stefnu ON.

Við hönnun skal ávallt gæta þess að lausnir og útfærslur taki tillit til:

- Öryggismála hvað varðar hættur og stýringar á þeim á framkvæmda- og rekstrartíma auk niðurrifs og afleggingar.
- Umhverfissjónarmiða, svo sem á stöðum sem þykja sérstæðir hvað varðar gróður, jarðmyndanir (hraun) eða eru mikilvægir af öðrum ástæðum.

Við alla hönnun skal huga sérstaklega vel að því hvernig framkvæmd verksins skal unnin. Í flestum tilfellum er verið að vinna samhliða lífandi kerfum sem einungis er hægt að taka úr notkun í takmarkaðan tíma. Skoða skal áfangaskiptingu og í hvaða röð þarf að vinna verkið, hvort og þá hvernig bráðabirgðatengingar skulu hafðar og hvernig unnið skal að lokunum á meðan á framkvæmdum stendur.

Í öllum verkum þar sem fleiri en einn hönnuður koma að hönnunarverki skal vera skipaður hönnunarstjóri. Hönnunarstjóri fylgir eftir að hönnun sé samræmd milli miðla. Í viðauka er síða til aðstoðar hönnunarstjóra að fylgja eftir hönnunarverki.

Hönnuði ber að fara á staðinn áður en hannað er og staðfesta aðstæður. Tilgangurinn er að hönnun, verklýsing og magntaka sé sem réttast og taki tillit til aðstæðna hverju sinni.

Frekari kröfur til áhættugreiningar og áhættumats má finna í kafla 3.

Eftirfarandi málefni og kerfi eru hluti af þessum hönnunarforsendum:

- Öryggis-, heilbrigði- og umhverfismál
- Byggingar
- Rafmagn
- Stjórnbúnaður
- Vélbúnaður

2.1 Staðlar

Við hönnun almennt, skulu ávallt notaðir gildandi reglugerðir, EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum þeirra þar sem við á sem og viðeigandi ASME og ISO staðlar.

2.2 Afhending teikninga

Afhending teikninga:

- Teikningin skal vistuð á AutoCAD DWG formi.
- Skila þarf tveimur eintökum af teikningu í loks verks. Ein teikning á DWG formi og ein á PDF skrársniði
- Fjarlægja skal alla grafík á teikningunni sem er ofaukið, þar er átt við öll auka lög, auka línur, punkta, texta og blokkir. Til þess er meðal annars hægt að styðjast við skipanirnar overkill og purge í AutoCAD.
- Fara skal yfir teikninguna og ganga úr skugga með það að enga villur leynist í henni, til þess er notuð skipunin audit í AutoCAD.
- Teikningin skal fylla í skjáinn þegar hún er vistuð, í AutoCAD er skipunin zoom to extend notuð til að ná því fram, og skal layer 0 vera current layer.
- Skráarheiti á AutoCAD og PDF skrá skal vera sama og teikninganúmer.

- Allar tilvísunarskrár, xrefar og annað, skulu vera tengdar teikningunni og fylgja með henni, í AutoCad skal nota til þess skipunina eTransmit.
- Allar stuðningsskrár, samanber litatöflur, pennatöflur þess háttar. skulu fylgja með teikningunni og vistaðar í möppu með teikningunni.
- Ganga þarf úr skugga með það að engir vírusar leynist í gögnunum og því skal láta viðurkennt v írusvarnarforrit framkvæma vírusleit áður en gögnum er skilað.

Í teikningahaus skulu vera upplýsingar um hönnuð/hönnuði auk upplýsinga um teikninguna sjálfa.

Sá hluti teikningahaussins sem hefur að geyma helstu upplýsingar fyrir viðkomandi teikningu, varðandi skjalavistun og leit er neðst í hægra horni hennar. Eftirfarandi upplýsingar þurfa að koma þar fram:

01. **Verkefni:** Hér skal setja nafn á þeirri virkjun sem teikningin tilheyrir s.s. ON – Hellsheiði, ON – Nesjavellir eða ON – Andakílsárvirkjun
02. **Verkefnanúmer:** Hér skal setja verkefnisnúmer viðkomandi verkefnis eins og það er skráð í verkbeiðnakerfi ON/OR
03. **Nánari staðsetning:** Hér kemur fram nánari staðsetning viðkomandi teikningu s.s. kaldavatnsveita, rafstöð, frálensisveita, varmastöð
04. **Efni teikningar:** Hér kemur fram efni viðkomandi teikningar s.s. samtengirofi, dælumótor, krani o.s.frv.
05. **Tegund teikningar:** Hér kemur fram það sem er sýnt á viðkomandi teikningu s.s. Grunnmynd, Snið, Einlínmynd, Yfirlitsmynd o.s.frv.
08. **Teikninganúmer:** Hér er númer viðkomandi teikningar
13. **Útgáfa:** Hér koma fram upplýsingar um útgáfu viðkomandi teikningar. Almennar hönnunarteikningar notast við bókstafi fyrir útgáfustýringu A, B, C o.s.frv. fyrir teikningar og X, Y, Z fyrir reyndarteikningar.
14. **Dagsetning útgáfu:** Hér kemur dagsetning nýjustu útgáfu teikningarinnar í röðinni d.m.á.
20. **KKS Ferli:** Hér kemur númerið á KKS Ferli teikningarinnar
21. **KKS Sæti:** Hér kemur númerið á KKS Sæti teikningarinnar
22. **KKS Staður:** Hér koma upplýsingar um KKS Stað teikningarinnar
24. **Gerð teikningar:** Hér kemur fram um sé að ræða rafmagns eða vélateikning
 - ONa = almennt
 - ONb = byggingar
 - ONr = rafmagn
 - ONv = véla

Reitir ráðgjafa/hönnuðar: Það eru reitir fyrir upplýsingar um hver hannaði og yfirfor/rýndi, ásamt undirritun ábyrgðarmanns hönnunarinnar. Hvernig viðkomandi ráðgjafi stillir þessum upplýsingum upp og hvaða viðbótar upplýsingar hann kys að hafa er honum frjálst. Ekki má breyta hausnum að öðru leyti.

Dæmi um útfylltan teiknihaus

<p>AGIATHAMS</p> <p>A 14.06.19 Hæðum breyt Útg. Dags. Lýsing</p>	<p>Upplýsingar frá ráðgjafa, hönnuði koma hér</p>	<p>ON - HELLISHEIÐARVIRKJUN KOLVIÐARHÖLL 7 ADALUPPRÁTTUR AFSTÖÐUMYND OG SNID Verkefnisnr. 5.672.170 Tekn.nr. 235-FJA-4216 X Ferli =00CKK10 Stær =00CPA01 Staður =00UG01R890 Dags. 07.05.2019 Gerð teikn. ONV Kvarði 1:500/200</p>	
<p>AGIATHAMS</p> <p>A 14.06.19 Hæðum breyt Útg. Dags. Lýsing</p>	<p>Upplýsingar frá ráðgjafa, hönnuði (2) koma hér</p>	<p>Upplýsingar frá ráðgjafa, hönnuði (1) koma hér</p>	<p>ON - HELLISHEIÐARVIRKJUN KOLVIÐARHÖLL 7 ADALUPPRÁTTUR AFSTÖÐUMYND OG SNID Verkefnisnr. 5.672.170 Tekn.nr. 235-FJA-4216 X Ferli =00CS510 Stær =00CPA01 Staður =00UG01R890 Dags. 07.05.2019 Gerð teikn. ONV Kvarði 1:500/200</p>

2.3 KKS nafnakerfi og eignanúmerakerfi

KKS númerakerfið er grunnkerfið í DMM og heldur utan um allar staðsetningar á búnaði. Eignanúmerakerfið er númerakerfi fyrir allar eignir í DMM.

Allur búnaður og merki til stjórnkerfis eru auðkennd samkvæmt KKS nafnakerfinu (Kraftwerk Kennzeichensystem power station designation system), sem ritstýrt er af VGB Technical Committee on Technical Classification System og útféið af VGB-Kraftwerkstechnik GmbH, P.O.B. 103932, D-4300 ESSEN, Germany. KKS kóðunarkerfi hefur verið þýtt yfir á íslensku og aðlagð að kóðun jarðvarmavirkjana ON þar sem við á. Fyrir lykilorð 2 og lykilorð 3 í kks kóðun þ.e. tækja og merkja kóðun hefur verið tekinn saman ýtarlegri skýringar og hvernig kóðuninni er háttað. Að auki má einnig sjá í viðauka útskýringar á aðferðafræði KKS kóðunar.

- KKS-kerfi Hellisheiðar og Nesjavallavirkjunar – ONV-L-152
- KKS Lykilorð – ONV-L-153
- Kóðun KKS – ONV-L-150
- KKS kóðun á Hellisheiði (enska) – ONV-L-151

Gögn úr útboðsgögnum.

Verktaki skal merkja allan búnað, sem hann leggur til og setur upp, s.s. hraðastýringar, strengi, víra, framhliðar hólfa og skúffa, sem skipta um hlutverk, búnað í skúffum og skápum og innri víringu, á varanlegan hátt í samræmi við deilihönnun. Verktaki skal einnig skipta um merkingar á öllum skúffum sem eru með breytingum að fá nýtt hlutverk. Merkingar framan á skápum skulu vera úr hörðu plastefni í það minnsta 3 mm á þykkt og skulu stafir vera grafnir í skiltin. Verktaka verða afhendir skiltalista á tölvutæku formi (excel). Skiltin verða með 20 til 30 stöfum í hverri línu í einni til þremur línur. Litur skiltanna skal vera hvítur og áferð mött og skulu stafir vera svartir. Festa skal skiltin með skrúfum, hnoðum eða öðrum varanlegum hætti á plötur skápanna. Vísað er í verklagsreglu um skilti á rafbúnaðarskápum í viðhengi. Allar merkingar skulu reiknaðar inn í einingaverð viðkomandi búnaðar, nema ef annað er sérstaklega tekið fram.

Stafagerð fyrir vélbúnaðar merkingar skal vera Tahoma og hæð á stöfum 30 punktar en þó þarf að hafa í huga hver stærðin á skiltinu er og nota Bold ef plássíð leyfir það.

Við merkingar á búnaði skal hafa eftirfarandi í huga:

- KKS númerið þarf að vera rétt staðsett án þess að vera fest á eignina, sjá mynd 1, KKS númerið skal sett á rörið og fer því ekki af ef skipt er um loka.
- Á mynd 1 er hægt að sjá framleiðandann fyrir merkja festinguna ekki skilyrði en hægt að hafa til hliðsjónar með val á festibúnaði fyrir merkispjald.
- Eignanúmer, sjá mynd 2, þar er búið að líma á gir eignanúmerið Y.32-1037. Eignanúmerið er grafið í til þess gert plastmerki og er varanlegt. Merkið er fest með skrúfum, hnoðum eða lími. Ef líma á skiltið skal tryggja að það sé tryggilega límt þannig að það detti ekki af.

- Ef staðsetning eignar er við krefjandi aðstæður má höggva stafina í eignina eða álsþjald sem er fest með skrúfum eða draghnoðum.
- Á rörakerfum skal koma fram hvað er í lögn og einnig í hvað stefnu vökvín er að ferðast, sjá mynd 1, þar er dæmi um merkingu sem er til fyrirmyndar.



Mynd 1 KKS númer og stefnumerki á röri



Mynd 2 Eignanúmer á gjr.

Merkingar á rafbúnaði:

Merkingar skal alla skápa, búnað í skápum og innri víringu á varanlegan hátt. Merkingar skulu vera úr hörðu plastefni.

Litur skiltanna skal vera grár og áferð mött og skulu stafirnir vera svartir. Skiltin eiga að vera fest með skrúfum, hnoðum eða límd. Ef líma á skiltið skal tryggja að það sé tryggilega límt þannig að það detti ekki af.

VERKLAGSREGLA UM SKILTI Á RAFBÚNAÐARSKÁPUM

1 Skilti með skápaheitum, ein lína

Stærð skiltis..... 100 × 30 mm

Stafahæð..... 48 punktar

Leturgerð..... Arial, regular

2 Skilti með skápaheitum, tvær línur

Stærð skiltis..... 100 × 50 mm

Stafahæð efri lína..... 48 punktar

Stafahæð neðri lína..... 28 punktar

Leturgerð..... Arial, regular

3 Skilti fyrir skúffur og hólfi

Stærð skiltis..... 69 × 19 mm
Stafahæð..... 12 punktar
Leturgerð..... Arial, bold

4 Skilti fyrir mælistöðvar og Simocode-einingar

Stærð skiltis..... 45 × 15 mm
Stafahæð..... 12 punkta
Leturgerð..... Arial, bold

5 Skilti fyrir mímur

Stærð skiltis..... 45 × 15 mm
Stafahæð báðar línur..... 9 punkta
Leturgerð..... Arial, bold

6 Skilti fyrir yfirstraumsmerkingar, ein lína og þrjár línur

Stærð skiltis..... 45 × 15 mm
Stafahæð..... 9 punkta
Leturgerð..... Arial, bold

3. Öryggis-, heilbrigðis- og umhverfismál

Til eru sérstakar reglur um húsnæði vinnustaða, rg 581/1995 (hér eftir nefnd Rg. 581). Þessar reglur gilda um vinnustaði sem falla undir Vinnuverndarlögin, 46/1980. Reglurnar gilda þó ekki um byggingarvinnustaði, jarðefnavinnslu eða aðra hliðstæða vinnustaði eða flytjanlegt starfsmannarými. Í reglum þessum merkir:

Vinnustaður: það húsnæði innan athafnasvæðis fyrirtækis sem ætlað er að hýsa vinnuaðstöðu, og hvern þann stað annan innan lóðar fyrirtækis sem starfsfólk hefur aðgang að í tengslum við vinnu sína.

Vinnurými: sérhvert rými innan húsnæðis vinnustaðarins þar sem starfsfólk vinnur.

Áður en nýtt húsnæði er byggt, nýtt húsnæði tekið í notkun eða eldra húsnæði breytt fyrir starfsemi, sem reglurnar taka til, ber að leita umsagnar Vinnueftirlitsins um það, hvort hin fyrirhugaða starfsemi sé í samræmi við reglurnar og aðrar reglur sem settar eru samkvæmt vinnuverndarlögum. Í því skyni skal eigandi eða fulltrúi hans láta stofnunni í té sundurliðaða greinagerð, ásamt uppdráttum yfir húsakynni, hönnun og fyrirkomulag véla, tækja og innréttinga og annars búnaðar sem við á hverju sinni.

Sérhver starfsemi, sem reglurnar ná til skal tilkynna til Vinnueftirlitsins áður en hún hefst. Vinnueftirlitið er umsagnaraðili gagnvart byggingaryfirvöldum í málum er varða atvinnuhúsnæði. Áður en umsókn um byggingarleyfi er afgreidd í byggingarnefnd skal séð til þess að umsögn Vinnueftirlitsins liggir fyrir um húsnæðið og þá starfsemi sem fyrirhuguð er í því, sbr ákvæði byggingarreglugerðar.

OR og dótturfyrirtæki hennar, stefna að því að vera til fyrirmyndar í öryggis-, heilbrigðis- og vinnuumhverfismálum og einsetja sér að vernda og bæta líf þeirra sem starfa fyrir félagið með því að skapa slysalausan vinnustað þar sem ekkert starfsfólk, enginn verktaki eða almenningur bíður heilsutjón vegna starfseminnar.

Allir sem starfa fyrir OR og dótturfyrirtæki hennar eru ábyrgir fyrir eigin öryggi, eru talsmenn aukins öryggis samstarfsfólks síns og leitast við að koma auga á, meta og stjórna áhættum í vinnuumhverfinu.

Ekkert verk er svo mikilvægt að fórna megi öryggi fólks við framkvæmd þess.

Öryggis- **heilsumál** eru þannig óaðskiljanlegur hluti af allri starfsemi OR og dótturfyrirtæki hennar.

Stefna í öryggis- **og heilsumálum** byggir á gildum og heildarstefnu OR og er sett fram til samræmis við eigendastefnu fyrirtækisins.

Í rg 581 eru almenn ákvæði er varða vinnustaði og vinnurými. Orkuveitan leggur áherslu á að **ÖH** þættir séu óaðskiljanlegur þáttur í starfseminni og því skal taka tillit til þeirra þátta á öllum stigum í vistferli verkefna.

- **ÖH** áhættur sem til staðar eru í gegnum vistferil verks í formi bygginga, virkjana, kerfa eða búnaðar sem nota á til vinnu, skal stjórnað af þeim aðila sem er ábyrgur fyrir hverju stigi í vistferli verkefnisins. Gróflega, þá er hægt er að skipta vistferli verkefna upp í eftirfarandi stig:
 1. Upphaf verks - hönnun
 2. Framkvæmd
 3. Uppsetning / Afhending búnaðar
 4. Rekstur/notkun
 5. Niðurrif/aflögn
- Til að mynda á stigi 3 – Uppsetning/Afhending búnaðr, þá eiga **ÖH** áhættur í verkþáttum á undirbúningsstigi eins og að lyfta og flytja búnaði að vera til skoðunar og ráðstafanir til að tryggja góðan aðbúnað og taka tillit til góðs aðbúnaðar, hollustuhátta og öryggis“ eru í höndum þess sem er ábyrgur fyrir lið 3.

Það sama er gildandi fyrir aðrar **ÖH** áhættur á öðrum stigum vistferilsins. Sá sem skapar áhættuna er ábyrgur fyrir áhættustýringunni og tilheyrandi **ÖH** ráðstöfunum. Þetta er kjarninn í ábyrgð verkefnastjóra í **ÖH** málum.

Hönnuðir sem verkkaupi hefur ráðið til að vinna við hönnun á byggingu eða mannvirki, bera skyldu til að vinna eftir þeim reglum sem í gildi eru. Það á ekki síst við um þau atriði sem varða aðbúnað, hollustuhætti og öryggi þeirra sem munu starfa við bygginguna eða mannvirkið sem verið er að hanna hverju sinni. Það er eðlilegt að þeir ræði við verkkaupa um skyldur hans t.d. um gerð öryggis- og heilbrigðisáætlunar fyrir verkið. Hönnuðir geta tekið þátt í gerð áætlunarinnar á undirbúningsstigi verks og þurfa að hafa góða samvinnu við samræmræmingaraðila á undirbúnings- og framkvæmdastigi verks. Hönnuðir hafa mikil áhrif á áhættustig verkefna. Því er mikilvægt að hönnuður fari vandlega yfir þá starfsemi sem mun eiga sér stað og geri viðeigandi ráðstafanir til að eyða eða lágmarka afleiðingar **ÖH** áhættna.

Markmið

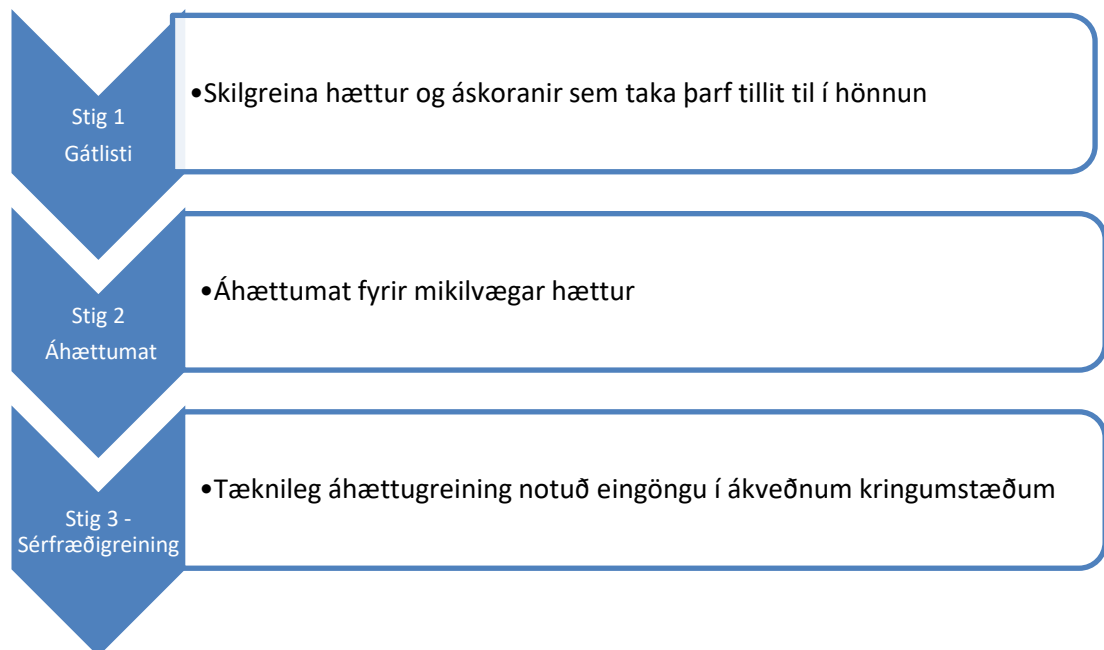
Til að tryggja **ÖH** framlag frá hönnuðum á hönnunarstigi verkefna, þá hafa verið útbúnar leiðbeiningar sem eiga að auðvelda hönnuðum að skilgreina og meta þær **ÖH** áskoranir sem geta átt sér stað í gegnum vistferil verkefna.

Leiðbeiningarnar gefa OR tækifæri á því að skrá niður ákvarðanir hönnuða varðandi **ÖH** áskoranir og hvernig áhættur í verkefnum hefur verið stýrt eða hannaðar í ásættanlegt ástand.

Aðferðarfræðin gerir OR og dótturfyrirtækjum kleift að mæta þeim lagakröfum sem gerðar eru til fyrirtækisins varðandi **ÖH** mál verkefna ásamt öðrum **ÖH** kröfum sem OR gerir til hönnuða ásamt innri kröfum og **ÖH** stöðlum OR og dótturfyrirtækja.

Leiðbeiningar

Leiðbeiningum skal framfylgja til þess að tryggja að **ÖH** áhættur verkefna séu skilgreindar og að þeim sé stýrt á viðeigandi hátt í gegnum hönnunarferlið. Markmið leiðbeininganna er að veita hönnuðum skýran og einfaldan feril fyrir **ÖH** áhættumat. Ferlinn er byggður á eftirfarandi 3ja-stiga ferli. Ferlið er stigmagnandi miðað við erfiðleikastuðul eða áhættuprófíl hvers verkefnis:



Stig 1. – Gátlisti til að skilgreina **ÖH** hættur og áskoranir sem taka þarf tillit til í hönnun

Fyrsta stig er notað fyrir alla hönnun og samanstendur af einföldum gátlista **ÖH** áskorana. Gátlistinn samanstendur af almennum kröfum laga og reglugerða, sérstaklega vinnuverndarlögum, Rg 581 og Rg 547. Gátlistinn tekur tillit til allra stiga verkefnis, frá hönnun til aflagnar. Hver **ÖH** þáttur á gátlistanum er í spurningaformi sem hönnuður þarf að svara „já“ eða „nei“ eða merkja sérstaklega sem N/A – á ekki við. Þar að auki er athugasemdardálgur, þar sem hægt er að bæta við frekari skýringum.

Þegar hönnuður fer yfir hvern þátt gátlistans, þá er mikilvægt að hann spyrji hvort þáttur eigi við eða ekki og ef svo er, hvort ráðstafanir sem skilgreindar hafa verið séu fullnægjandi og ásættanlegar. Til að stýra áhættu, þá ætti að hönnuður að fylgja eftirfarandi forgangsröðun, sem er skv. bestu starfsvenjum: **Eyða, lágmarka, stýra.**

Gátlistinn á stigi 1, veitir hönnuði tól til þess að framkvæma huglægt hættumat í upphafi verks. Gátlistinn er ekki áhættugreining, en veitir hönnuði grundvallar upplýsingar sem nota skal til að framkvæma **ÖH**

áhættumat. Ef hönnuður metur ákveðnar ÖH áhættur sem mikilvægar, þá ætti að framkvæma ÖH áhættumat fyrir þá áhættu (sjá stig 2).

Endanlegur útfylltur gátlisti veitir staðfestingu á því að ÖH áhættur verksins á hönnunarstigi hafi verið framkvæmd. Gátlisti hönnuðua er rýndur í viðeigandi verkefnagáttum.

Stig 2. – áhættumat fyrir mikilvægar hættur.

Ítarlegra og kerfisbundnara áhættumats er krafist þegar hönnuður getur ekki á auðveldan hátt fjarlæggt (eytt), lágmarkað eða stýrt mikilvægum hættum. 2. stigs áhættumat á að nota þegar meta þarf hvort slíkar áhættur séu ásættanlegar. Það er hins vegar engin ástæða til þess að nota þá aðferð við að skrá áhættur sem eru „klárlega augljósar“, eða almennar. Í því tilfalli er nægjanlegt að nota gátlistann á stigi 1.

2.stigs hættumat er notað til þess að skilgreina nánar ákveðnar lykilhættur verkefna þannig að hægt sé að tryggja að viðeigandi ÖH ráðstafanir á hönnunarstigi. Fyrir 2.stigs hættumat, er hægt að styðjast við hættumatsgrunn sem er á vef Orkuveitunnar. Útfyllt hættumat skal vera hluti af hönnunarskjölum hvers verkefnis og rýnt í viðeigandi verkefnagátt.

3. stig – sérfræðigreining

Að ljúka við 1.stigs gátlistann sem studdur er með áhættumati á stigi 2 fyrir mikilvægar áhættur mun vera nægjanlegt/fullnægjandi í flestum tilfellum.

Samt sem áður, munu vera tilfalli þar sem „more-in-depth“ eða jafnvel „sérfræðinga“ nálgun þarf til þess að skilgreina og meta hættur. Til að mynda þegar:

- Hættur og áhættur eru flóknaar og mögulega háar
- Við hönnun á háþrýstikerfium eða efnaferlum
- Kerfi eða búnaður eru mjög eldfim eða sprengfim
- Þegar starfsleyfi eða reglugerðir krefjast slíks
- Ef afleiðingar bilunar, óhappa eða mistaka munu geta haft alvarleg áhrif á orðstír

Áhættugreiningaraðferðir á borð við HAZOP, QRA eru dæmi um áhættumat sem notað er á stigi 3.

4. Byggingar

Til bygginga teljast öll hús, manngeng skýli og brunnar, lagnastokkar, steypar undirstöður undir pípur og búnað af ýmsu tagi.

Hönnun byggingarmannvirkja á Hellisheiði frá upphafi framkvæmda þar, byggir á byggingarstöðlum og byggingarreglugerð sem í gildi voru á viðkomandi hönnunartíma. Auk þess hefur hönnun á hverjum tíma fyrir sig byggst á sértækum ákvæðum eða forsendum sem gerð hefur verið grein fyrir í útgefnum skjölum og gögnum tengdum hönnuninni.

Forsendur fyrir hönnun byggingamannvirkja sem gerð er grein fyrir í þessum kafla byggir á stöðu þessara mála árið 2016.

4.1 Burðarþolshönnun

Almennt skal nota gildandi ÍST EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum sem eiga við þá staðla. Einnig skal uppfylla kröfur sem gildandi byggingarreglugerð 112/2012 gerir til hönnunar mannvirkja.

4.1.1 Grunnildi burðarþolshönnunar

Grunngildi burðarþolshönnunar almennt eru samkvæmt ÍST EN 1990:2002 og gildandi þjóðarviðauka ÍST EN 1990:2002/NA:2010. Helstu forsendur úr þeim staðli eru:

Hönnunarlíftími mannvirkis (Design working life category) skv. töflu 2.1: Flokkur 4, 50 ára líftími.

Afleiðingaflokkur (Consequences class) CC2 og áreiðanleikaflokkur (Reliability class) RC2.

4.1.2 Álag á mannvirki

Álagskröfur eru samkvæmt gildandi stöðlum ÍST EN 1991 og tilheyrandi þjóðarviðaukum. Viðmiðunargildi álags á mannvirki eru eftirfarandi:

Vindálag:

Vindálag skal byggt á ÍST EN 1991-1-4:2005/NA:2010.

$V_b = 36,0$ m/s grunngildi vindhraða (Basic wind velocity).

$z_0 = 0,05$ hrýfislengd (Roughness length).

$c_o = 1,0$ landslagsstuðull (Orography factor).

$k_t = 1,0$ (Turbulence factor).

Snjóálag:

Snjóálag skal byggt á ÍST EN 1991-1-3:2003/NA:2010.

$s_k = 4,75,0$ kN/m² grunngildi snjóálags á svæði 2 með 25% álagi, (Characteristic value for snow load on the ground).

$C_e = 0,6$ (Exposure coefficient).

$C_t = 1,0$ (Thermal coefficient).

Grunngildi snjóálags á þak er útreiknað:

$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$ (kN/m²) = $\mu_i \cdot 2,85$ kN/m²

Gildi formstuðuls μ_i , samkvæmt grein 5.3 og viðauka B (óvenjuleg snjósöfnun) við ÍST EN 1991-1-3.

Jarðskjálftaálag:

Vísað er í minnisblað ráðgjafa MP-030-016, þar sem gerð er grein fyrir mismunandi jarðskjálftaálagi sem notað hefur verið við hönnun mannvirkja og búnaðar við mismunandi áfanga Hellisheiðarvirkjunar og þá ákvörðun ráðgjafa að við hönnun á nýjasta áfanga virkjunarinnar (Hverahlíðarlögn) verði jarðskjálftaálag reiknað samkvæmt ÍST EN 1998-1:2004/NA:2010 ásamt viðeigandi þjóðarskjali. Einnig er vísað í minnisblað ON frá 28. Janúar 2014 þar sem gerð er grein fyrir þeirri ákvörðun ON um að mannvirki skuli hönnuð miðað við mikilvægiflokk III samkvæmt sama staðli. Jarðskjálftaálag á búnað og mannvirki miðast því í dag við eftirfarandi:

Jarðskjálftaálag skal vera samkvæmt ÍST EN 1998-1:2004/NA:2010. Mannvirki og búnað skal hanna fyrir tvenns konar jarðskjálftaálagi, annars vegar notmarkaástand (búnaður á að geta virkað í jarðskjálfta miðað við 165 ára meðalendurkomutíma, þar sem viðmiðunar meðalendurkomutíminn er 95 ár) og hins

vegar brotmarkaástand (búnaður skapar ekki hættu en getur orðið óstarfhæfur miðað við 820 ára meðalendurkomutíma, þar sem viðmiðunar meðalendurkomutíminn er 475 ár).

Grunngildi hröðunar $a_{g,R} = 0,40g$ samkvæmt vákorti þjóðarviðauka

Mikilvægisflokkur III og mikilvægisstuðull $\gamma_I = 1,2$

Grunnhröðun $a_g = \gamma_I \cdot a_{g,R} = 1,2 \cdot 0,40g = 0,48g$

Jarðvegsflokkur A

Umferðaálag, almennt:

Umferðarálag skal vera samkvæmt ÍST EN 1990:2002/A1:2005/NA:2011 og ÍST EN 1991-2:2003/NA:2011.

Fyrir öxulálag og þungaálag gildir leiðréttingarstuðull α_{Qi} , α_{qi} og $\alpha_{qr} = 1,0$.

4.1.3 Kröfur til stífleika og útbeygju bygginga almennt

Almennt gildir að hámarksútbeygjur byggingarluta vegna álags skulu vera minni en fram kemur fyrir byggingarvirki í flokki B samkvæmt Byggingarreglugerð nr. 112/2012.

4.1.4 Byggingarefni og kröfur til þess

Hönnun byggingarvirkja úr mismunandi byggingarefni skal gera í samræmi við gildandi staðla ÍST EN 1992 til og með ÍST EN 1999 ásamt tilheyrandi þjóðarviðaukum. Forsendur og viðmiðunargildi sem almennt eru notuð við hönnun mismunandi byggingarefna eru eftirfarandi:

Steinsteypa:

Öll steinsteypa veðrunarþolin og frostþolin.

Steypa almennt C35/45, Áreitisflokkur XC4+XF3+XA2 skv. ÍST EN 206-1.

Steypa í efnismiklar undirstöður C25/30, Áreitisflokkur XC2+XF2+XA1 skv. ÍST EN 206-1.

Allt bendistál, suðuhæft kambstál í flokki B500C í samræmi við NS3576-3.

Stál:

Stálvirki fellur í flokk EXC2 samkvæmt ÍST EN 1090-2: 2008 + A1:2011.

Allt burðarstál af gæðum S235JR eða betra skv. ÍST EN 10025.

Tæringarvörn stáls undir klæðningum skal uppfylla tæringarflokk C3 High skv. ISO 12944-5:2007.

Tæringarvörn stáls utandyra skal heitsínkhúðað og málað og skal uppfylla tæringarflokk C5-1 High skv. ISO 12944-5:2007.

Grundun mannvirkja:

Byggingarvirki skal almennt grunda á þjappaðri frostþolinni burðarfyllingu á föstum berggrunni.

4.2 Arkitektúr

Almennt skal nota gildandi ÍST EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum sem eiga við þá staðla. Einnig skal uppfylla kröfur sem gildandi byggingarreglugerð 112/2012 gerir til hönnunar mannvirkja.

4.2.1 Húsbyggingar

Byggingar sem falla undir þennan kafla verða að stórum hluta með burðarvirki úr steinsteypu og málm (stáli), timburnotkun í burðarvirki húsanna verði haldið í lágmarki vegna brunahættu.

Í húsum sem eru meira en ein hæð verða hæðarskil úr steypu.

Botnplötur verða staðsteyptar.

Í byggingarhlutum sem verða með yfirprýstingi lofts innanhúss verða útveggir og efstu plötur einnig úr steypu.

Form:

Form húsanna tekur mið af til hverra hluta þau eru notuð. Af þessu leiðir að vélasalir og aðrir salir rúmi tæki og búnað sem og að gott aðgengi sé að þeim. Veggir skulu vera lóðréttir, ekki hallandi

Byggingarkerfi - útlit:

Hús skulu vera með samræmdu útliti, þannig að endurtekning verður á byggingarkerfum og deilifrágangi. Útveggir og þök verði með ytra byrði úr áli.

Efnisval:

Klæðningar utanhúss:

Eins og áður er sagt er heppilegast að klæðningar utanhúss verði úr áli. Þetta er tæringarþolin klæðning og viðhaldslétt.

Gluggar og hurðir:

Vegna viðhaldsmála og þéttleika er lagt til að gluggapóstar, fög hurðir verði úr áli.

Gler:

Gler verði einangrunargler, með sólarvörn og varnarhúð sem hrindir frá kísilútfellingum.

Frágangur og efnisval innanhúss:

Við efnisval innanhúss verða eftirfarandi atriði höfð að leiðarljósi (ekki endilega í þessari röð):

- Samræmt útlit
- Kostnaður
- Viðhaldslétt
- Þrif
- Birgjar (vegna viðgerða)

4.2.2 Almenn fyrirkomulag

Stærðir:

- Stærðir verða skv. upplýsingum í verkhönnun.

Forsendur:

- Umhverfisaðstæður
- Hagkvæmni í efnisvali
- Einföldum frágangi
- Lágörkun rekstrarkostnaðar

Fyrirkomulag:

- Gangar verða beinir og greiðfærir, í breidd sem hentar aðflutningi á búnaði virkjunarinnar.
- Að- og frágengi verður tryggt í samræmi við eldvarnarkröfur og viðeigandi reglugerðir.

Tekið verður mið af kröfum um algilda hönnun (universal design) við alla hönnun.

- Aðgengi að búnaði skal vera gott svo hægt sé að sinna viðhaldi á öruggan hátt.

4.2.3 Gólfyfirborð

Gólfdukur:

- Þar sem dúkur kemur á gólf, verða þau dúklögð með vnyl dúk. Dúkur verður 2 mm þykkur með slitþoli samkvæmt ÍST EN 685, þyngd um 3,0 kg/m². Dúkurinn verður með polyúreþan yfirborði og með hátt vinylhlutfall og lágt hlutfall fylliefna. Vinylefni (PVC) og polymerar verða að lágmarki 66 %. Jafnframt verður sýnt fram á að framleiðandi dúksins telji enga þörf á varnarhúð eins og bóni allan líftíma efnisins, enda sé þrifum og viðhaldi sinnt með réttum hætti.

Máluð gólf:

- Gólf sem ekki verða klædd með varanlegu yfirborðs efni, verða með sléttu yfirborði og máluð með einþátta pólýúretan gólfakki. Heildarþurrfilmþykkt verður a.m.k. 150 µm.

Kerfisgólf:

Kerfisgólf uppfylli eftirfarandi kröfur:

- Plötustærð (módúll) 600 x 600 mm
- Brunaflokkun á plötum óbrennanlegt (Flokkur 1)
- Punktálagsstyrkur: > 5,0 Kn
- Jafndreifður álagsstyrkur: > 23,0 kN/m²
- Hæð á stoðum: > 500 mm
- Hljóðeinangrun: RLW 48 dB - DLW 24 dB
- Leiðnitala: < 10⁷ ohm

4.2.4 Veggir

Léttir Innveggir:

- Léttir veggir eru almennt blikkgrindarveggir, fylltir með einangrun sem uppfylla hljóðvistar og brunakröfur. Veggir verða klæddir beggja vegna með tvöföldu gipslagi og verður ytra lagið harðgipsplötur. Á úthorn verða settir málmlistar til styrkingar á köntum. Heildarþykkt fer eftir bruna- og / eða hljóðvistarkröfum í hverju tilfelli fyrir sig.
- Léttir veggir í álagsrýmum eru á málmgrind, fylltir með einangrun vegna hljóðvistar og brunakrafna, klæddir með vatns- og hitapolnum veggjaplötum t.d. glerrefjástyrktum polymerplötum með sléttu yfirborði úr rafhertu akrýl.

Klæddir útveggir:

- Útveggur er allir lóðréttir hjúppletir mannvirkisins.
- Útveggir verða klæddir með áli. Ál verður seltupolið samkvæmt DIN 1725 og samkvæmt gr. 8.4.4 í byggingarreglugerð. Efnisþykkt sléttar klæðningar verði minnst 2,0mm. Klæðning verður skrúfuð á burðargrind með skrúfum sem eru í sama lit og klæðning.

Skýring: Álklaðningar hafa reynst betur en aðrar málmklæðningar t.d. heitsinkhúðaðar klæðningar, í súru andrúmslofti (H₂S og H₂SO₄) sem er einatt fylgifyskur jarðvarmavirkjana.

Ristar í útveggjum:

- Verða tvöfaldar áristar (regnheldar) með álneti að innanverðu. Litur verður sami og á aðliggjandi flötum.

4.2.5 Þök

Klædd þök eru klædd með áli. Ál skal vera seltupolið samkvæmt DIN 1725 og samkvæmt gr. 8.4.4 í byggingarreglugerð.

Skýring: Álklaðningar hafa reynst betur en aðrar málmklæðningar t.d. heitsinkhúðaðar klæðningar, í súru andrúmslofti (H₂S og H₂SO₄) sem er einatt fylgifyskur jarðvarmavirkjana.

4.2.6 Gluggar og útihurðir

- Gluggakarmar verða úr áli og koma frá viðurkenndum álguggaframleiðanda. Allir karmar (hliðar-, efri- og neðrikarmar) í einstökum gluggum verða af sömu dýpt. Allir gluggar í sama rými verða með sömu karma- og póstastærðum.
- Gler verður tvöfalt einangrunargler með sólarvörn LT minnst 63%. Innra glerið verður samlímt öryggisgler.
- Útihurðir verða úr áli og koma frá viðurkenndum álhurðarframleiðanda. Allir karmar og hurðarspjöld verða með slitna kuldabré.
- Þröskuldur útihurða skal standa 10 cm hærra en stétt fyrir utan hús.

Hurðabúnaður:

- Hurðir verða með aðgangsstýrikerfi á völdum leiðum.
- Allar hurðir verða læsanlegar.
- Skrár munu uppfylla kröfur varðandi umhverfisáhrif.

- Hurðarlamir hurða skulu vera úr ryðfríu stáli eða áli, 3 stk. á hverja hurð.
- Hurðahúnar verða ryðfrír stál 316L, með áfastri rósettu sem er gegnum skrúfuð á hurðafleka (ekki skrúfaðir á öxul).
- Hurðapumpur. Gerð skal miðuð við þyngd á hurðarfleka.
- Hurðastopparar verða úr ryðfríu burstuðu stáli og koma á gólf eða á vegg við hurðir.
- Höfuðlyklakerfi verður sett á valdar leiðir. Kerfið mun falla að höfuðlyklakerfi verkkaupa og valið í samráði við hann.
- Allar hurðir í flóttaleiðum verða með „rýmingarslá“.

Aksturshurðir:

- Hurðir verða foreinangraðar flekahurðir.
- Hurðir verða fulllakkaðar á báðum hliðum með PVF2 lakkhúð.
- Varmaleiðni verður samkvæmt gildandi byggingareglugerð.
- Hurðafleka, hjól, brautir og annan festibúnað verður hannað fyrir vindálag samkvæmt burðarþöls hönnunarforsendum byggingarinnar.
- Allar þéttingar og þéttlistar verða úr gúmmí en ekki plasti. Hurðabrautir, lamir og öxlar í hjólum verða úr ryðfríu 316L stáli.
- Ytra og innra byrði verður úr galfanhúðuðu stáli.
- Hurðir verða útbúnar með fallöryggi, sem bremsar hurðarfleka við slit vírs eða gorma.
- Hurðir verða með skynjara sem stöðvar niðurleið hurðarflekans verði hann fyrir mótstöðu.
- Hurðarflekar verða með gluggum.

4.2.7 Litaval

Hellisheiðarvirkjun - Litaval

Verkluti	NCS	RAL
FRÁGANGUR INNANHÚSS		
Steyptir veggir og loft innanhúss	NCS S 1000-N	
Léttir innveggir	NCS S 1000-N	
Máluð gólf	NCS 3502-G	
Aðal stálburðarvirki	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Annað stálburðarvirki	NCS S 3005-G50Y	
Hringstigar og stálstigar	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Innihurðir og gluggar	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Innigluggar	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Kerfisloft	Hvítt	
Innréttingar - skápar	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009

FRÁGANGUR UTANHÚSS		
Þakklæðning - ljós		RAL 9006
Þakklæðning - dökk	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Veggklæðning - ljós		RAL 9006
Veggklæðning - dökk	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Ágluggar í útveggjum í sama lit og aðliggjandi klæðning		
Útihurðir	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Aksturshurðir	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Málun á múr		
Málun á stálhandrið og álstiga	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
BÚNAÐUR Í VÉLASÖLUM		
Túrbínur		RAL 1033
Rafalar		RAL 1033
Eimsvalar		RAL 5005
Afloftarar		RAL 5005
Dælur og minni stakur búnaður		RAL 5005
Gufulagnir	Klæddar með áli, í állit.	
Burðargrindur palla og stiga í vélasal	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Handrið		RAL 3001

ANNAÐ		
Skápar í rafbúnaðarherbergjum		RAL 5005
Spennar		RAL 1033
Safnæðar	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009
Gufulagnir	NCS S 7005-G50Y	RAL 7009

Nesjavallavirkjun - Litaval

Verkhloti	NCS	RAL
FRÁGANGUR INNANHÚSS		
Steyptir veggir og loft innanhúss	NCS S 1000-N	
Léttir innveggir	NCS S 1000-N	
Stálburðarvirki		RAL 7042
Stálklæðning innanhúss	NCS 2604 G96Y	
Loftræstistokkar	NCS 4030 B10G	
Hringstigir og stálstigar (handlistar og miðsúla)	NCS 4030 B10G	
Hringstigir og stálstigar (prep)		RAL 7038
Innihurðarspjöld	NCS 4030 B10G	
Innihurðakarmar		RAL 7038
Innigluggakarmar		RAL 7038
Handlistar		RAL 7038
Innréttingar - skápar	NCS 4030 B10G	

FRÁGANGUR UTANHÚSS		
Þakklæðning - bára		RAL 9010
Veggklæðning - trapizuklæðning		RAL 9010
Veggklæðning - prófflar, lóðr. og lárétt		RAL 7032
Álgluggar í útveggjum í sama lit og aðliggjandi klæðning		RAL 9010
Útihurðir		RAL 9010
Aksturshurðir		RAL 7032

4.3 Öryggis-, innbrota- og aðgangsstýringarkerfi

Í köflunum hér að neðan eru listaðir upp þeir skynjarar sem gerð er krafa um að hafa í hverju kerfi fyrir sig.

4.3.1 Innbrotakerfi

Hreyfiskynjarar :

- PYR-KX15DD, Hreyfiskynjari Digital 15m
- PYR-KX15DTAM, Hreyfiskynjari Dual Anti Mask

Hurðanemi :

- DC-107 Segulrofi, innfelldur, 22mm

Talnaborð :

- ICT-PRT-KLCS, Talnaborð Snertihn LCD Hvít

Lesarar:

- HID-921-SE-MULTI RPK40, iClass SE-multi talnab.
- HID-900-SE-MULTI RP10, iClass SE multiclass

Vatnsnemi :

- GRI-2600, Vatnsnemi 12V með raflíða

Læsingarnemi :

- TE-100090058, Læsingarnemi RK 4

Segul og hurðarnemi á rafalárými:

- NB-VM9002H, Hurðasegulh. 300 kg vaktaður

4.3.2 Slökkvi og brunakerfi

Nesjavellir:

- Brunaviðvörðunarkerfi:
 - Stjórnstöð: 2 x Notifier ID2000
 - Skynjara, handboðar og einingar Notifier.
- Slökkvikerfi:
 - Froðukerfi:
 - Fier eater stjórnstöðvar x 2
 - Annar búnaður (handboðar, hitaskynjara, hljóð/ljósgejfar o.s.fr.) er af ýmsum toga.
- StatX:
 - Notifier NFX3 stjórnstöð.
 - Notifier hitaskynjarar þó ekki sami og er í húskerfinu.

Hellisheiði, stöðvarhús 1

- Brunaviðvörðunarkerfi:
 - Stjórnstöðvar Kentec x 11 (með starfsmannahúsi og Engidal)
 - Skynjarar, einingar og handboðara Hochicki
 - Svo er tengdur annar búnaður eins og reyksogskerfi (Airsens)
- Slökkvikerfi.
 - Stjórnstöð ID 2000
- StatX
 - Notifier skynjarar, handboðar, einingar og hljóð/ljósgejafir.
 - Froða
 - Notifier einingar

Hellisheiði, stöðvarhús 2 Sleggjan

- Brunaviðvörðunarkerfi:
 - Notifier ID 3000 (3 stöðvar á neti, ein í Sleggju, ein í Hverahlíð og svo ein inn á stjórnstöð stöðvarhús 1)
 - Notifier skynjarar, handboðar, einingar og hljóð/ljósgejafir.
 - Svo er tengdur annar búnaður eins og reyksogskerfi (Airsens)
- Slökkvikerfi.
 - Stjórnstöð ID 3000
- StatX
 - Notifier skynjarar, handboðar, einingar og hljóð/ljósgejafir.
 - Froða
 - Notifier einingar

4.3.3 Innbrotakerfi, myndavélar

- Hugbúnaður :
 - Avigilon
- Útímyndavélar :
 - DarkFighter úti hreyfanleg myndav.
 - Dome myndavél IP66, Darkfihter 2MP útidome IR -hálfkúlumyndavél (Dome).
 - 2MP Bullet full HD m.IR
 - IP myndavélar - spennufæddar yfir Ethernet (POE)
 - Suplet 60W POE injector

4.3.4 Öryggisbúnaður, handgasmælar

- Cowcon (hafa verið í sölu hjá Valskinn)

5. Rafmagn

5.1 Almennt

Öll hönnun skal lúta að því að öryggi starfsfólks við rekstur og viðhald sé tryggt. Frekari kröfur til áhættugreiningar og áhættumats má finna í kafla 2.

5.2 Staðlar

Við hönnun almennt, skulu ávallt notaðir gildandi ÍST EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum þeirra þar sem við á, eða alþjóðlegir gildandi IEC eða CENELEC staðlar þar sem það á við.

5.3 Reglugerðir

Við hönnun rafbúnaðar er tekið mið af kröfum reglugerða um raforkuvirki, rafföng og rafmagnsöryggi í umsjón Mannvirkjastofnunar, rafmagnsöryggisdeildar.

5.4 Einangrunarsamhæfing

Gerðar eru samræmdar kröfur fyrir einangrunarstig rafbúnaðar í öllum hlutum jarðvarmavirkjana ON.

Samkvæmt staðlinum IEC 60038 „Standard voltages“ eru stöðluð gildi fyrir málsþennu skilgreind í þremur mismunandi flokkum eftir því hvort um er að ræða lágspennukerfi (málsþenna $100V < U_n \leq 1000 V$), millispennukerfi (málsþenna $1000 V < U_n \leq 35 kV$) eða háspennukerfi (málsþenna $35 kV < U_n \leq 230 kV$). Fyrir virkjanir ON eru eftirfarandi gildi á málsþennu notuð:

- **Lágspenna:** 230/400 V fyrir allar lágspennuveitur, þ.m.t. lágspennuveitur vélasamstæðna. 400/690 V eru einnig notuð, en þá ekki fyrir veitukerfi heldur fyrir einstaka mótora, t.d. djúpdælumótora í kaldavatnsveitu Hellisheiðarvirkjunar. Allur þessi búnaður er einangraður fyrir allt að 1000 V spennu.
- **Millispenna:** 11 kV fyrir allar millispennuveitur, þ.m.t. millispennuveitur vélasamstæðna sem og endabúnað rafala. 6,6 V eru einnig notuð, en þá ekki fyrir veitukerfi heldur fyrir einstaka mótora, t.d. skiljuvatnsdælur í gufuveitu Hellisheiðarvirkjunar.
- **Háspenna:** 220 kV (HEL) og 132 kV (NES) eru einu málgildin fyrir háspennu sem notuð eru í jarðvarmavirkjunum ON. Þessi kerfi ná einungis til lagna frá háspennuhlið vélarþenna að rofum Landsnets, þ.e. enginn rofabúnaður tilheyrir kerfunum.

Samkvæmt staðlinum IEC 60071 „Insulation co-ordination“ eru fleiri gildi en málsþenna skilgreind fyrir millispennu- og háspennukerfi. Þar er um að ræða í fyrsta lagi hæstu spennu sem búnaður þolir í samfelldum rekstri („Highest voltage for equipment U_m “), í öðru lagi þolspennu við rekstartíðni í stuttan tíma („Short duration power frequency withstand voltage“) og í þriðja lagi hæstu höggspennu sem búnaður þolir („Rated lightning impulse withstand voltage“). Þau gildi sem notuð eru fyrir þessar stærðir fyrir virkjanir ON á Hengilssvæðinu eru eftirfarandi:

Málsþenna	Hæsta spenna	Þolspenna	Höggspenna
11 kV	12 kV	28 kV	75 kV
11 kV rafalar HEL	17,5 kV	38 kV	95 kV
132 kV NES	145 kV	275 kV	650 kV
220 kV HEL	245 kV	460 kV	1050 kV

5.5 Skammhlaupsþol

Skammhlaupsþol á búnaði Hellisheiðarvirkjunar tekur mið af hæsta skammhlaupsafl í tengivirki Landsnets við Kolviðarhól. Árið 2014 er fyrir hæsta skammhlaupsafl KOL í kerfisáætlun Landsnets fyrir árin 2014-2023 gefið upp gildið 3378 MVA. Þess má geta að þegar hönnun Hellisheiðarvirkjunar hófst árið 2004 var þetta gildi talsvert lægra, enda var þá áformað að Hellisheiðarvirkjun yrði í mesta lagi 3x40 MW.

Fyrir hæsta skammhlaupsafl í tengivirki Landsnets á Nesjavöllum (132 kV) er í kerfisáætlun Landsnets gefið upp 2071 MVA.

Skammhlaupsþoli hvers kerfis um sig er lýst í þeim kafla sem fjallar um kerfið.

5.6 Tærandi lofttegundir í andrúmslofti

Allur rafbúnaður, og/eða umgjörð hans, er miðaður við að hann þoli það brennisteinsvetni (H_2S) sem vænta má í andrúmslofti við Hellisheiðar- og Nesjavallavirkjun. Í flestum rafbúnaðarrýmum er hreinsað loft, þar sem hreinsikerfi eiga að geta haldið magni H_2S við gildið 3 ppb eða lægra.

Ef rafbúnaður er settur upp utan rafbúnaðarrýma með hreinsuðu lofti, skal gera sérstakar ráðstafanir. Ef aðgengi er að þrýstilofti á svæðinu, er rafbúnaður að jafnaði settur í þéttan skáp og hreinsuðu þrýstilofti blætt inn í hann til að vernda rafbúnað. Í sumum tilvikum er hefðbundinn skápur settur innan í ytri skáp, sem þá er loftþéttur og hreinsuðu lofti blætt inn í innri skápinn. Ef ekki er aðgangur að þrýstilofti þarf að meta þörf á aðgerðum út frá mældum eða metnum gildum á tærandi lofttegundum í andrúmslofti á hverjum stað fyrir sig og kröfum um áreiðanleika þess búnaðar sem verið er að setja upp og tengja. Til að mynda er mögulegt að setja upp hreinsibúnað með viftu til innri hringrásunnar lofts og síum sem skipt er um reglulega.

Að jafnaði er óheimilt að nota beran kopar og silfur í leiðurum, heldur skal nota ál eða tinhúðaðan kopar. Verði því ekki við komið, skal nota sérvalda tengifeiti sem ON samþykkir eða útvegar og eftir föngum loka tengingum með herpihólk.

5.7 Háspennukerfi

5.7.1 Almenn

Búnaður virkjana ON á háspennu eru eingöngu 220 kV strengir frá vélar spennum Hellisheiðarvirkjunar að tengivirki Landsnets við Kolviðarhól og 132 kV strengir frá vélar spennum Nesjavallavirkjunar að tengivirki Landsnets í stöðvarhúsinu. Um vélar spennu er fjallað í sér kafla og hér er því eingöngu fjallað um háspennustrengi ásamt fylgibúnaði.

5.7.2 Staðlar

IEC 60085	Thermal evaluation and classification of electrical insulation.
IEC 60137	Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V
IEC 60183	Guide to the selection of high-voltage cables.
IEC 60228	Conductors of insulated cables.
IEC 60229	Tests on cable oversheaths which have a special protective function and are applied by extrusion.
IEC 60230	Impulse test on cables and their accessories.
IEC 60287	Electric cables – Calculation of the current rating
IEC 60331	Tests for electric cables under fire conditions – Circuit integrity.
IEC 60332	Tests on electric cables under fire conditions.
IEC 60754	Test on gases evolved during combustion of materials from cables.
EN 60811	IEC 60811 Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables.

IEC 60859	Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above - Fluid-filled and extruded insulation cables - Fluid-filled and dry type cable-terminations.
EN 60865 IEC 60865	Short circuit currents - Calculation of effect.
EN 60885-2 IEC 60885-2	Electrical test methods for electric cables- Part 2: Partial discharge tests.
IEC 62067	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Test methods and requirements.
ANSI/IEEE 80	Guide for Safety in AC Substation Grounding.

5.7.3 Málgeta

Frumforsenda fyrir vali á strengjum er flutningsgetan, þ.e. að strengurinn geti flutt allan straum sem honum er ætlað við allar umhverfis- og rekstraraðstæður. Þær rekstraraðstæður sem krefjast mesta straumflutnings er þegar vélasamstæður eru keyrðar á fullu sýndarafli (MVA), að frádreginni eigin notkun. Til einföldunar er þó notast við ástimplað sýndarafli vélarþenna. Í tilviki Hellisheiðar er málgeta rafala og vélarþenna 50 MVA, sem á 220 kV spennu jafngildir straumnum 131 A. Í tilviki Nesjavalla er málgeta rafala 40 MVA, sem á 132 kV spennu jafngildir straumnum 175 A.

Hellisheiði:

220 kV spenna krefst þess að allir yfirborðsfletir séu með beygjuradís yfir ákveðinni stærð, til að forðast svokölluð „kóróna“ hrif. Af þeim sökum eru strengir fyrir þessa spennu yfirleitt ekki framleiddir með minna þvermáli leiðara en 400 mm². Valið er að nota leiðaraefnið ál, en þó verðmunur á áli kopar sé misjafn er ál leiðari yfirleitt mun ódýrari en koparleiðari fyrir sömu flutningsgetu. Flutningsgeta 400 mm² ál strengs er hins vegar af stærðargráðunni 400-550 A, allt eftir umhverfisaðstæðum, aðferð við lagningu, kröfum til þess hvað leiðari má verða heitur o.fl. Hér er því flutningsgetan margfalt meiri en sú málgeta sem þörf er á.

Nesjavellir:

Hér eru strengleiðir allar innan húss, frá vélarþenna að tengivirki Landsnets. Af hagkvæmnisástæðum var valið að nota ál sem leiðaraefni og fyrir valinu varð að nota þvermál leiðara 500 mm².

5.7.4 Gerð strengs og endatenginga

Hér er lögð áhersla á að lýsa búnaði nýjustu virkjunarinnar, en þær forsendur er eðlilegt að leggja til grundvallar fyrir frekari verkefni.

Eins og að framan greinir var valið að nota 400 mm² Ál leiðara fyrir Hellisheiðarvirkjun. Í sumum tilvikum er valið að nota leiðara með inn ofnu efni til að hamla útbreiðslu vatns sem kann að ná alla leið inn í leiðarann, en ekki var talin ástæða til að nota slíkt efni. Hins vegar var valið að setja vatnstefjandi band undir skermleiðara. Efni kápunnar er hert polyethylen, HDPE og var valið að setja utan á það eldtefjandi lag. Ysta lagið er svo hálfleiðandi efni sem notað er til að prófa heilleika kápu strengsins bæði í verksmiðju og eftir lagningu.

Endatengingar við vélarþenna eru gerðar úr gerviefni en ekki postulíni. Þessi leið var fyrst og fremst valin vegna hárra krafna um jarðskjálftapol. Endatengingar við tengivirki Hellisheiðar- og Nesjavallarvirkjunar eru staðlaðar tengingar fyrir gaseinangraðan rofabúnað (IEC 60859).

Vegna þess að flutningsgeta strengjanna er mun hærri en sá straumur sem þeir flytja, er óhætt að gera ráðstafanir til að verja þá fyrir utanaðkomandi hnjaski þó að þær ráðstafanir kunni að takmarka flutningsgetu eitthvað. Fyrir allar vélasamstæður Hellisheiðarvirkjunar var valið að leggja 220 kV strengina í rorum, ø200 fyrir fyrstu tvær vélasamstæðurnar og ø160 fyrir þær sem á eftir komu.

Samantekið, eru helstu forsendur fyrir háspennustrengi þessar:

- Efni leiðara Ál, margþætt en án rakatefjandi efna
- Efni næst leiðara Hálfleiðandi lag til jöfnunar rafsviðs
- Einangrunarefni XLPE
- Efni næst einangrun... Hálfleiðandi lag til jöfnunar rafsviðs
- Efni næst hálf. Efni.... Vatnstefjandi band
- Skermur Ofinn kopar, sverleiki skv. kröfum á hverjum stað
- Kápa..... HDPE, hert polyethylen

Ytri kápa..... Eldtefjandi lag, ef strengir eru að hluta lagðir innan húss
Ysta kápa..... Hálfleiðandi lag, vegna kápumælinga

5.8 Aflspennar

Fyrsti hluti umfjöllunar um hönnunarforsendur fyrir aflspenna er lausleg lýsing á helstu aflspennum í virkjunum ON. Þessum kafla er skipt upp á milli virkjana ON, þ.e. í köflum 5.8.1 og 5.8.2 hér á eftir.

Litur: Litakóðun spenna er sem hér segir:

NES: RAL 5014 Pigeon blue

HEL: RAL 1033 Dalia Yellow

5.8.1 Aflspennar - Hellisheiði

Aflspennar Hellisheiðarvirkjunar eru:

- Vélaspennar – 50 MVA 220/11 kV, einn fyrir hverja vélasamstæðu
- Tengispennar – 12,5 MVA 11/11 kV, einn fyrir hverja vélasamstæðu
- Stöðvarspennar – 2,5 MVA 11/0,4 kV, tveir fyrir hverja vélasamstæðu
- Spennar fyrir stóra mótora
- Dreifispennar

Vélaspennar:

Umsetning og þrep 225±2x2,5% / 11 kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi
Tengiflokkur YNd11
Kæling..... OFWF með tveimur óháðum kerfum, hvoru um sig með 100% afkastagetu.
Gegnumtök Opin gegnumtök úr „polymer“ efni. Hlíðarhús er yfir 11 kV gegntökum.
Varnarbúnaður..... Buchholz, yfirþrýstingsloki, vindingahiti, olúhiti, olúhæð í þenslukeri.

Tengispennar:

Umsetning og þrep 11 / 11±9x1,66% kV með álagsþrepastilli
Tengiflokkur YNynd0
Kæling..... OFWF með tveimur óháðum kerfum, hvoru um sig með 100% afkastagetu.
Gegnumtök Opin gegnumtök úr postulíni. Hlíðarhús er yfir öllum gegntökum.
Varnarbúnaður..... Buchholz, olúflæðiliði, yfirþrýstingsloki, vindingahiti, olúhiti, olúhæð í þenslukeri.

Stöðvarspennar:

Umsetning og þrep 11 / 0,4±2x2,5% kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi
Tengiflokkur Dyn5
Kæling..... ONAN
Gegnumtök Opin gegnumtök úr postulíni. Hlíðarhús er yfir öllum gegntökum.
Varnarbúnaður..... Buchholz, olúflæðiliði, yfirþrýstingsloki, vindingahiti, olúhiti, olúhæð í þenslukeri.

Spennar fyrir dælumótora:

Það sem hér er ritað, gildir fyrir dælumótora kaldavatnsveitu og á í megin atriðum við aðra spenna til svipaðra nota. Spennarnir eru þurrspennar, í húsi með þéttleika IP21.

Umsetning og þrep 11 / 0,69±2x2,5% kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi
Tengiflokkur Dyn5
Kæling..... AN
Gegnumtök Opin gegnumtök úr postulíni.
Varnarbúnaður..... Vindingahiti.

5.8.2 Aflspennar - Nesjavellir

Aflspennar Nesjavallavirkjunar eru í aðalatriðum þessir:

- Vélaspenningar – 40/40/16 MVA 132/11/11 kV, einn fyrir hverja vélasamstæðu. Hér er ekki sérstakur tengispennir, eins og á Hellisheiði, heldur er í spenninum þriðja vafið sem þjónar stöðvarnotkun. Málstærð háspennuvafs og vafs sem tengist rafala er 40 MVA en málstærð vafs sem þjónar stöðvarnotkun er 16 MVA.
- Stöðvarspennar – 1,6 MVA 11/0,4 kV. Fyrir vélar 1, 2 og 3 er einn stöðvarspennir fyrir hverja vélasamstæðu en fyrir vél 4 eru tveir stöðvarspennar. Vél 4 hefur meiri eiginnotkun, þar sem kæling eimsvalans er með hringrás kælivatns frá kæliturni með eigin dælum og viftum. Kæling eimsvala véla 1, 2 og 3
- Spennar fyrir stóra mótora
- Dreifispennar

Vélarspennar:

Umsetning og þrep 138±2x2,5% / 11 / 11±9x1,5% kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi á háspennuvafi en fyrir þrepun undir álagi á stöðvarnotkunarvafi

Tengiflokkur YNd11yn0

Kæling..... OFWF með tveimur óháðum kerfum, hvoru um sig með 100% afkastagetu.

Gegnumtök Lokuð olíufyllt gegnumtök á háspennuhlið. Hlíðarhús er yfir 11 kV gegntökum.

Varnarbúnaður..... Buchholz, yfirþrýstingsloki, vindingahiti, olíuhiti, olíuhæð í þenslukeri.

Stöðvarspennar:

Umsetning og þrep 11 / 0,4±2x2,5% kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi

Tengiflokkur Dyn5

Kæling..... ONAN

Gegnumtök Opin gegnumtök úr postulíni. Hlíðarhús er yfir öllum gegntökum.

Varnarbúnaður..... Buchholz, olíufælðiliði, yfirþrýstingsloki, vindingahiti, olíuhiti, olíuhæð í þenslukeri.

Spennar fyrir dælumótora:

Það sem hér er ritað, gildir fyrir dælumótora fyrir höfuðdælur (heitt vatn að geymi á Háhygg) og fyrir dælumótora kaldavatsveitu. Spennarnir eru þurrspennar, í húsi með þéttleika IP21.

Umsetning og þrep 11 / 6,6±2x2,5% kV með þrepastilli fyrir þrepun í spennulausu ástandi

Tengiflokkur Dyn5

Kæling..... AN

Gegnumtök Opin gegnumtök úr postulíni.

Varnarbúnaður..... Vindingahiti.

5.8.3 Staðlar

EN 60076 IEC 60076 Power transformers.

EN 60076-11

IEC 60076-11 Power transformers – Part 11: Dry-type power transformers.

EN 60137 IEC 60137 Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V

EN 60214 IEC 60214 Tap-changers.

EN 60296 IEC 60296 Fluids for electrical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.

EN 60551 IEC 60551 Determination of transformer and reactor sound levels.

EN 60751 IEC 60751 Industrial platinum resistance thermometers and platinum thermometersensors.

EN 50464 Three phase oil-immersed distribution transformers 50 Hz, from 50 kVA to 2500 kVA with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV.

EN 50541-1 Three-phase dry-type distribution transformers, 50 Hz, from 100 to 3150 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1:

General requirements and requirements for dry type transformers with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV.

5.8.4 Skammhlaupsafli og málgeta

Um skammhlaupsafli á háspennu úttökum vélarþenna gilda almennar forsendur skv. kafla 0.

Skammhlaupsþol á öðrum kerfum er sem hér segir:

Hellisheiði:

Skammhlaupsþol á 11 kV er 50 kA fyrir lágspennuhlið vélarþenna og háspennuhlið tengisþenna, en 31,5 kA fyrir flesta aðra þenna. Skammhlaupsþol á 0,4 kV úttökum stöðvarþenna er 50 kA. Um málgetu þenna er fjallað í kafla 5.8.1.

Nesjavellir:

Skammhlaupsþol á 11 kV er 31,5 kA fyrir lágspennuhlið vélarþenna en 25 kA fyrir 11 kV dreifikerfi. Skammhlaupsþol á 0,4 kV úttökum stöðvarþenna er 50 kA. Um málgetu þenna er fjallað í kafla 5.8.2.

5.8.5 Varnir og stýringar

Um varnarbúnað sem fylgir núverandi spennum er fjallað lauslega í köflum 5.8.1 og 5.8.2 en fyrir nánari upplýsingar er vísaði í kerfislýsingar. Um stýringar er fjallað í kerfislýsingum og hönnunarforsendur fyrir stjórnþúnað.

Hér á eftir er upptalning á rafrænum vörnum fyrir nýja þenna. Upptalningunni er skipt í tvo flokka, sem notuð er ef varnarbúnaður er tvöfaldur. Ef um einfaldan varnarbúnað er að ræða, á sú skipting ekki við.

Vélarþennar:

Fyrir vélarþenna eru tvöfaldar varnir, þ.e. tveir óháðir varnarliðar sem tengjast sitt hvorri DC dreifingunni og sitt hvorri útleysisþólunni á aflrofum. Varnarliðarnir eru hér nefndir A og B. Tölurnar eru númer skv. „ANSI“ flokkunarkerfi varnavirkni.

Varnarliði A:

- Yfirstraumur 51
- Yfirsegulmögnun 24
- Mismunarstraumur 87 (spennir eingöngu)
- Buchholz 63
- Olíuhæð
- Útleysing frá tengivirki
- Yfirhiti olíu

Varnarliði B:

- Yfirstraumur 51
- Yfirsegulmögnun 24
- Mismunarstraumur 87 („Blokki“ - rafali og spennir)
- Yfirþrýstingur
- Yfirhiti vindinga

5.9 Rafali og segulmögnun ásamt endabúnaði rafala

5.9.1 Almenn

Hér er fjallað um hönnunarforsendur sem settar voru fyrir rafala og segulmögnun. Forsendur miðast við nýjustu framkvæmdir og jarðvarmavirkjanir ON.

5.9.2 Staðlar

EN 50347 IEC 60072 Dimensions and output series for rotating electrical machines

EN 60034 IEC 60034 Rotating electrical machines

EN 60034-1 IEC 60034-1 Rating and performance

EN 60034-2-1	IEC 60034-2-1	Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)
	IEC 60034-2A	Measurement of losses by the calorimetric method
EN 60034-3	IEC 60034-3	Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines
EN 60034-4	IEC 60034-4	Methods for determining synchronous machine quantities from tests
EN 60034-5	IEC 60034-5	Classification of degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code)
EN 60034-6	IEC 60034-6	Methods of cooling (IC codes)
EN 60034-7	IEC 60034-7	Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM code)
EN 60034-8	IEC 60034-8	Terminal markings and direction of rotation
EN 60034-9	IEC 60034-9	Noise limits
EN 60034-15	IEC 60034-15	Impulse voltage withstand levels of form-wound stator coils for rotating a.c. machines
EN 60034-16	IEC 60034-16	Excitation systems for synchronous machines
EN 60044-1	IEC 60044-1	Instrument transformers - Part 1: Current transformers
EN 60071	IEC 60071	Insulation co-ordination
EN 60085	IEC 60085	Thermal evaluation and designation of electrical insulation
EN 60137	IEC 60137	Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V
	IEC 60747-6	Semiconductor devices - Part 6: Thyristors.
EN 60865-1	IEC 60865-1	Short-circuit currents. Calculation of effects. Part 1: Definitions and calculation methods
EN 60909	IEC 60909	Short-circuit currents in three-phase AC systems
EN 60947-2	IEC 60947-2	Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers
EN 60947-3	IEC 60947-3	Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.
EN 61869-1	IEC 61869-1	Instrument transformers – Part 1: General requirements
EN 61869-2	IEC 61869-2	Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers
EN 61869-3	IEC 61869-3	Instrument transformers – Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers
ANSI/IEEE 421.1		Definitions for excitation systems for synchronous machines.
ANSI/IEEE 421.3		High-potential-test requirements for excitation systems for synchronous machines.
IEEE 421.2		Guide for the identification, testing and evaluation of dynamic performance of excitation control systems.
IEEE 421.4		Guide for the preparation of excitation system specification.

5.9.3 Grunngerð og málgildi rafala og endabúnaðar

Upplýsingar hér að neðan gilda fyrir nýjustu jarðvarmavirkjun ON, Hellisheiðarvirkjun, nema annað sé tekið fram. Fyrir Hellisheiðarvirkjun var miðað við rafala með 50 MVA málgetu og 40 MVA fyrir Nesjavallarvirkjun, snúningshraða 3000 sn/mín. Rafalar eru með kælingu með hringrásun lofts með víftu og kolasíum sem heldur yfirþrýstingi í rafalahúsinu til að koma í veg fyrir að H₂S komist inn í húsið. Loftið er kælt með vatnskældum varmaskiptum innbyggðum í rafalahúsið. Segulmögnun er burstalaus og aflgjafi hennar er ástengdur sísegulrafali.

Samantekið er grunngerð og málgildi rafala sem hér segir:

Málafli	50 MVA fyrir Hellisheiði og 40 MVA fyrir Nesjavelli
Málhraði	3 000 rpm
Aflstuðull	0,90 yfirsegulmagnað að 0,90 undirsegulmagnað (HEL) 0,90 yfirsegulmagnað að 0,80 undirsegulmagnað (NES)
Mögulegur aflstuðull...	0,80 yfirsegulmagnað (við lægra raunafli en við málgildi, á einungis við um HEL)
Málspenna	11 (+10%/-15%) kV *)
Málfíðni	50 Hz
Fjöldi fasa	3
Tenging sáturvindinga	Stjarna, gerð fyrir tengingu núllenda með háu viðnámi
Hitapol einangrunar ...	Class F, þó miðað við lestun fyrir Class B skv. IEC 60034-
	1
Þéttleiki rafalahúss.....	IP54 skv. IEC 60529
Gerð kælingar	IC7A1W7 or IC8A1W7 skv. IEC 60034-6
Tregðuvægi.....	H ≥ 5,0 kW/kVA (allur ásinn, þ.e. rafali og hverfill)
Skammhlaupshlutfall..	SCR ≥ 0,55 p.u.
Samviðnám Xd'.....	0,16 ≤ X _{d'} ≤ 0,24 (ómettað)
Samviðnám Xd".....	0,14 ≤ X _{d''} ≤ 0,18 (mettað)
Ger segulmögnunar ...	Burstalaus með ástengdum sísegulrafala

*) Til greina kemur að heimila framleiðanda að leggja til hærra spennugildi, ef það er hagkvæmt, þó þannig að hæsta spenna búnaðar (U_m) sé enn 17,5 kV.

Hönnun vegna jarðstraumsvarna í sáturvöfum er miðuð við svokallaða 100% vörn, sem byggir á því að notaður er straumur með framandi tíðni og sá straumur mældur í núllpunkti rafalans. Þetta er gert með tengingu núllpunkts um hátt viðnám til jarðar og mælingu á bæði straumi sem fer um viðnámið og spennu á milli núllpunktsins og jarðar. Viðnáminu er komið fyrir í núllendaskáp, sem er tengdur við núllendann með grönnum einleiðarastreng, einangruðum fyrir hæstu spennu 12 kV. Í núllendaskápnunum eru bæði straumspennir og spennuspennir. Málgildi þeirra þarf að ákvarða miðað við þann varnarbúnað sem valinn er fyrir jarðstraumsvörn sáturs. Samantekið er grunngerð og málgildi endabúnaðar í núllenda rafala sem hér segir:

Meðhöndlun núllenda Stjörnutenging, jarðbundin um stórt viðnám	
Jarðstraumur.....	≤ 10 A
Gerð viðnáms	Loftkælt háspennuviðnám í skáp. Viðnámsgildi þess er reiknað miðað við málsplöngu rafala og rýmd rafalavindinga, skinnukerfis og lágspennuvafs vélarþennis. Aflgildi viðnámsins er miðað við að straumurinn fari um viðnámið ekki lengur en 10 sekúndur.

Hönnun allra tenginga milli tækja í línuenda, þar sem straumflutningur og skammhlaupsafl er mest, miðast við notkun á forsmíðuðum fülleingruðum sívölum skinum, þar sem leiðari er úr heilu eða holu, sívölu áli og hver fasi er með sjálfstæða einangrun. Vegna háskammhlaupsafls er lögð rík áhersla á að lágmarka þau svæði sem allir þrjú fasarnir eru án einangrunar á sama svæði. Þau svæði sem þetta á við um eru því einungis við klemmur rafalans, við rafalarofa og skinnur innan skápasamstæðu rofans og á klemmum á lágspennuhlið vélarþennis. Öll umrædd svæði eru lokuð til að lágmarka hættu á skammhlaupi.

Af hagkvæmnisástæðum eru notaðir þriggja póla, útdraganlegir aflrofar í gerðarprófuðum stálskápum fyrir rafalann. Til greina kemur að nota sérhæfða rafalarofa sem eru einfasa einangraðir, en þar sem slíkir rofar eru dýrir og plássfrekir var sú leið ekki valin. Skammhlaupsþol er 50 kA, málstraumur lagna frá rafala að vélarþenni er 3150 A og málstraumur lagna frá rafalarofa að tengisþenni er 1250 A.

Á núllendann eru settir straumspennar og þar fyrir aftan heil skinna á milli allra pólanna til skammhleypingar. Skammhlaupsskinnan hefur sömu straumflutningsgetu og fasaleiðarar. Frá skammhlaupsskinnunni er lagður 12 kV einangraður einleiðarastrengur að núllendaskáp, sjá hér framar.

5.9.4 Grunngerð og málgildi segulmögnunar og spennustillis

Á sama hátt og fyrir rafalann, er umfjöllun um grunngerð og málgildi hér miðuð við gufuaflsvirkjanir. Segulmögnun er burstalaus og aflagjafi hennar er ástengdur sísegulrafali. Forsendur fyrir segulmögnunarkerfið byggjast fyrst og fremst á kröfum um málsþennu og segulmögnunargetu rafalans, það er:

Aflstuðull	0,90 yfirsegulmagnað að 0,90 undirsegulmagnað
Mögulegur aflstuðull...	0,80 yfirsegulmagnað (við lægra raunafli en við málgildi)
Málsþenna	11 (+10%/-15%) kV *)

Fyrir burstalaus segulmögnun kemur ástengdur riðstraumsrafali (segulmögnunarfél), svokallaður „AC-Exciter“. Hér er um að ræða rafala með pólvöfin (field windings) í sátrinu en spanvöfin (armature windings) í snúðnum. Hönnun þessa kerfis hvað varðar t.d. fjölda póla, málsþennu og málstraum er ekki fyrirskrifuð nákvæmlega, heldur eftirlátin framleiðanda rafalans. Straumurinn sem spanast upp í spanvöfunum er síðan afriðaður í díóðubrum sem snúast með snúðnum. Gerð er krafa um að hægt sé að skoða ástand díóðanna með skoðunarbúnaði sem fylgir rafalanum (stroboscope). Jafnstraumurinn díóðubryrtnar mynda er segulmögnunarstraumur rafalans. Hann er því ekki mældur beint, en samband hans og ytri mælistærða er þó þekkt frá verksmiðjuþrófunum.

Spennustillirinn er sá búnaður sem býr til strauminn sem segulmagnar ástengdu segulmögnunarfélina. Fyrir hann eru settar fram margvíslegar kröfur og er vísað til útboðsgagna fyrir vélasamstæðuna varðandi þær.

Þá er gerð krafa um að aflagjafi fyrir spennustillinn sé ástengdur sísegulrafali, þannig að afl til segulmögnunar er til reiðu þegar snúningshraði er kominn upp á málsnúning, án utanaðkomandi aflagjafa. Hér gildir það sama og fyrir segulmögnunarfél, það er að hönnun hvað varðar t.d. fjölda póla, málsþennu og málstraum er ekki fyrirskrifuð nákvæmlega, heldur eftirlátin framleiðanda rafalans.

5.9.5 Varnir og stýringar

Um stjórnbúnað er fjallað í öðrum hluta hönnunarforsendna. Um varnir vélasamstæðunnar og samfösunarkerfi er fjallað í kafla 5.12.4 .

5.10 11 kV kerfi

5.10.1 Almennt

Umfjöllun um 11 kV kerfi er byggð á kerfi nýjustu virkjunar ON, Hellisheiðarvirkjunar. Kerfið þjónar afldreifingu innan stöðvarhússins og einnig þeim kerfum utan stöðvarhússins sem vegna fjarlægðar frá stöðinni og/eða umfangs aflnotkunar verður ekki þjónað með 400 V kerfinu.

5.10.2 Staðlar

EN 60688	IEC 60688	Electrical measuring transducers for converting a.c. and d.c. electrical quantities to analogue or digital signals.
EN 60865	IEC 60865	Short circuit currents. Calculation of effects.
EN 60870	IEC 60870	Telecontrol equipment and systems.
EN 60909	IEC 60909	Short circuit current in three phase a.c. systems.
EN 61010	IEC 61010	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use.
EN 61439	IEC 61439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
EN 61442	IEC 61442	Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).
EN 61869-1	IEC 61869-1	Instrument transformers – Part 1: General requirements
EN 61869-2	IEC 61869-2	Instrument transformers – Part 2: Additional requirements for current transformers.

EN 61869-3	IEC 61869-3	Instrument transformers. Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers.
EN 62271	IEC 62271	High-voltage switchgear and controlgear
	IEC 60381	Analogue signals for process control systems.
	IEC 61554	Panel mounted equipment - Electrical measuring instruments – Dimensions for panel mounting

5.10.3 Skammhlaupsafl og málgeta

Skammhlaupsþol teina í 11 kV dreifikerfi í stöðvarhúsi er almennt 31,5 kA, en utan stöðvarhúss er skammhlaupsþol 20 kA. Málgeta rofa í stöðvarhúsi er almennt 630 A, en teinar, innkomandi rofar og rofar sem þjóna tengingum milli vélasamstæðna hafa málgetu 1250 A. Rofar utan stöðvarhúss eru almennt með málgetu 630 A.

5.10.4 Grunngerð 11 kV búnaðar

Umfjöllun í þessum kafla er skipt upp í kerfi í stöðvarhúsi og þar sem notkun er mikil annars vegar og hins vegar utan stöðvarhúss og þar sem notkun er minni.

Litur: Litakóðun skápa er ekki fyrir hendi í NES, en í HEL er litur 11 kV búnaðar RAL 5005 Signal blue.

Stöðvarhús og þar sem notkun er mikil:

Hér er fjallað um 11 kV kerfi stöðvarhúss og þar sem notkun er mikil, til að mynda í kaldvatnsdælustöðvum og fyrir heitavatnsdælur á Nesjavöllum. Grunngerð 11 kV búnaðar er byggð á hólfuðum stálskápum og útdraganlegum rofum. Eins og að framan greinir er skammhlaupsþol skilgreint 31,5 kA og allur búnaður er gerðarprófaður miðað við þann straum. Sú ráðstöfun ein og sér þýðir að búnaður er kominn upp í gæðaflokk sem hæfir kerfum þar sem kröfur um áreiðanleika og öryggi eru háar. Þá eru inntakshólf nógu stór til að geta hýst bæði straumspenna og spennuspenna og lágspennuhólf nógu stór til að þar megi koma fyrir öllum stjórnþúnaði og allt að tveimur varnarliðum. Samandregið eru kröfur til búnaðar þessar:

Grunngerð skápa	Hólfaðir stálskápar, frístandandi á gólfi innandyra, fyrir meginhluta dreifikerfis í samræmi við EN62271-1.
Grunngerð aflrofa.....	Þriggja póla rofar af útdraganlegri gerð, með millistöðu fyrir prófanir og útdreginni stöðu sem jafngildir hlutverki skilrofa.
Grunngerð jarðrofa	Handvirkur með sveif og möguleika á öryggislæsingu og öryggissamlæsingu við aflrofa.
Málspenna [Nominal voltage (U_n)]	11 kV
Ástimpluð spenna [Rated voltage (U_r) / Hæsta spenna (Highest voltage for equipment U_m)]	12 kV
Ástimpluð tíðni [Rated frequency]	50 Hz
Þolspenna [Rated power frequency withstand voltage (U_d)] 60 s	28 kV
Höggspenna [Rated lightning impulse withstand voltage (U_p)]	75 kV
Skammhlaupsþol [Rated short time withstand current] 1s	31,5 kA

Utan stöðvarhúss og þar sem notkun er lítil:

Fyrir rofaskápa sem notaðir eru utan stærstu rofarýmanna eru ekki gerðar sömu kröfur til skápagerðar, heldur eru að jafnaði notuð svokölluð „smárofafelt“, sem hönnuð eru til notkunar þar sem gildi fyrir aflnotkun og skammhlaupsþol eru lægri en að framan greinir.

Grunngerð skápa	Hólfaðir stálskápar, fristandandi á gólfi innandyra, fyrir notkun utan meginhluta dreifikerfis samkvæmt EN 62271-1.
Grunngerð aflrofa.....	Þriggja póla rofar, SF ₆ eða Vacuum gerð, útdraganlegir, með millistöðu fyrir prófanir og útdreginni stöðu sem jafngildir hlutverki skilrofa.
Grunngerð jarðrofa	Handvirkur með sveif og möguleika á öryggislæsingu og öryggis-samlæsingu við aflrofa.
Málspena [Nominal voltage (U _n)]	11 kV
Ástimpluð spenna [Rated voltage (U _r) / Hæsta spenna (Highest voltage for equipment U _m)]	12 kV
Ástimpluð tíðni [Rated frequency]	50 Hz
Þolspenna [Rated power frequency withstand voltage (U _d)]	60 s
	28 kV
Höggspenna [Rated lightning impulse withstand voltage (U _p)]	75 kV
Skammhlaupsþol [Rated short time withstand current]	1s
	20 kA

5.10.5 Mælaspennar

Algengasti fylgibúnaður í aflkerfi skápa fyrir utan aflrofa og jarðrofa eru mælaspennar, þ.e. straumspennar og spennuspennar. Helstu forsendur sem um þá gilda eru:

Straumspennar:

Grunngerð straumspenna:	Einfasa með einangrun úr þurru, heilbökuðu plastefni samkvæmt EN 61869-1 og EN 61869-2 (IEC 61869-1 and IEC 61869-2).
Straumur í bakrás [Secondary current]	5 A
Nákvæmnisflokkur varnarvafa	5P
Nákvæmnisflokkur mælivafa	0,5 (*)

(*) : Nákvæmnisflokkur mælivafa fyrir orkumælingar þar sem aukinnar nákvæmni er krafist er 0,2S

Málstraumar straumspenna eru vanalega ekki skilgreindir í kröfulistu, heldur er vísað í straumgildi á einlínuteikningum sem fylgja verðfyrirspurnum / útboðsgögnum.

Um efri mörk nákvæmnisflokks fyrir varnarvöf, svokallað ALF gildi [Accuracy Limit Factor], er ekki hægt að gera almennar kröfur, heldur þarf að reikna gildið miðað við málstraum forvafs, væntanlegt skammhlaupsafl kerfis og væntanlega byrði á bakrás straumspennisins. Algengasta gildið er 20 og er nákvæmnisflokkur tilheyrandi varnarvafs þá 5P20.

Um málbyrði er heldur ekki hægt að gera almennar kröfur, heldur þarf að reikna gildið miðað við áætlað álag tækja sem tengjast tilheyrandi bakvafi og lengd og sverleika strengja sem liggja frá straumspenni að tæki eða tækjum. Algeng gildi eru 10 VA og 15 VA ef tæki eru nálægt straumspenni en allt að 30 VA ef tæki eru í umtalsverðri fjarlægð.

Varðandi frágang og tilhögun straumrásar, er gerð krafa um að notaður sé vír með sverleika ekki minni en 2,5q innan skápa og að notuð sé sérhæfð tengibretti fyrir straumrásir, með sleðatengjum til að skammhleypa og rjúfa rásir.

Spennuspennar:

Spennuspennar eru að jafnaði tengdir á milli fasa og jarðar, en ekki á milli fasa. Þá er gert ráð fyrir að þau kerfi sem spennuspennarnir þjóna geti verið annað hvort jarðbundin eða fljótandi. Upplýsingar um málspennur og yfirspennuþol eru byggðar á þessum forsendum.

Grunngerð spennuspenna: Einfasa með einangrun úr þurru, heilbökuðu plastefni, samkvæmt EN 61869-1 og EN 61869-3 (IEC 61869-1 and IEC 61869-3).

Spenna á forvafi.....	11.000 / $\sqrt{3}$ V (*)
Spenna á bakvafi.....	110 / $\sqrt{3}$ V
Yfirspennuþol.....	1,9 for 8h
Nákvæmnisflokkur varnarvafa	3P (**)
Nákvæmnisflokkur mælivafa	0,5 (***)

(*): Spenna á forvaf einstakra kerfa getur verið önnur, t.d. 6.600 / $\sqrt{3}$ V

(**): Í sumum tilvikum eru vöf í nákvæmnisflokki 0,5 notuð fyrir varnir og/eða samfösunarkerfi

(***): Nákvæmnisflokkur mælivafa fyrir orkumælingar þar sem aukinnar nákvæmni er krafist er 0,2

Um málbyrði er heldur ekki hægt að gera almennar kröfur, heldur þarf að reikna gildið miðað við áætlað álag tækja sem tengjast tilheyrandi bakvafi og lengd og sverleika strengja sem liggja frá spennuspenni að tæki eða tækjum. Algeng gildi eru 10 VA og 15 VA ef tæki eru nálægt spennuspenni en allt að 30 VA ef tæki eru í umtalsverðri fjarlægð.

Varðandi frágang og tilhögun spennurása, er gerð krafa um að notaður sé vír með sverleika ekki minni en 2,5q innan skápa. Þá er gerð krafa um að spennurásir séu varðar með hraðvirkum, skammhlaupsföstum sjálfrofa með hjálparsnertum til vísunar. Einnig er gerð krafa um að notuð séu tengibretti með mælipinna og rofmöguleika í dreifingu spennurása milli tækja.

5.10.6 Varnir og stýringar

Fyrir 11 kV búnað eru að jafnaði notaðar einingar sem eru sambyggðar stjórn- og varnareiningar, svo kölluð „bay unit“. Í þeim er jafnframt mælibúnaður. Samskipti við stjórnkerfi eru að með gagnasamskiptum og er samskiptastaðall valinn í samræmi við það stjórnkerfi sem til staðar er á hverjum stað. Í Sleggjurni, þar sem er nýjasta útgáfa stjórnúnaðar Hellisheiðarvirkjunar, er samskiptastaðallinn samkvæmt IEC 61850 en í eldri hlutum virkjunarinnar er samskiptastaðallinn Profibus.

Um stýringar er fjallað í kerfislýsingum og hönnunarforsendum fyrir stjórnúnað.

Hér á eftir er upptalning á rafrænum vörnum fyrir 11 kV búnað. Fyrir stöðvarspenna og blokk tengda mótora (spennir og mótór eru eitt kerfi) eru sérkröfur, sem í sumum tilvikum þarf sérstakan varnarliða til að uppfylla.

Dreifikerfi:

- Yfirstraumur 51 [Stíllt á fasta tímatöf í tveimur þrepum]

Stöðvarspennar:

- Yfirstraumur 51 [Stíllt á fasta tímatöf í tveimur þrepum]
- Mismunarstraumur 87
- Buchholz
- Lág staða olíu í þenslukeri
- Yfirbrýstingur
- Yfirhiti vindinga
- Yfirhiti olíu

Blokk tengdir mótorar í kaldavatsveitu (þurrspennar):

- Yfirstraumur 51 [Stíllt á fasta tímatöf í tveimur þrepum]
- Yfirhiti vindinga
- Jarðbilun í mótorkerfi (með summustraumspenni)
- Hámarks ræsitími mótors
- Lágmarks tími á milli ræsinga

5.11 400 V kerfi

Umfjöllun um 400 V kerfi er byggð á kerfi nýjustu virkjunar ON, Hellisheiðarvirkjunar. Kerfið þjónar afdreifingu innan stöðvarhússins og einnig þeim kerfum utan stöðvarhússins sem hægt er að þjóna með 400 V kerfinu, í þeim tilvikum að fjarlægð frá stöðinni og/eða umfang aflnotkunar krefst ekki hærri spennu.

5.11.1 Staðlar

EN 61869-1	IEC 61869-1	Instrument transformers. Part 1: General requirements.
EN 61869-2	IEC 61869-2	Instrument transformers. Part 2: Specific requirements for current transformers.
EN 61869-3	IEC 61869-2	Instrument transformers. Part 3: Specific requirements for inductive voltage transformers.
EN 60051	IEC 60051	Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.
EN 60255	IEC 60255	Measuring relays and protection equipment.
EN 60439	IEC 60439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
	IEC 61554	Panel mounted equipment – Electrical measuring instruments – Dimensions for panel mounting.
EN 60529	IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
EN 60664	IEC 60664	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems.
EN 60688	IEC 60688	Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals.
EN 60865	IEC 60865	Short-circuit current – Calculation of effects.
EN 60870	IEC 60870	Telecontrol equipment and systems.
EN 60898	IEC 60898	Electrical accessories – Circuit breakers for overcurrent protection for household and similar installations.
EN 60947	IEC 60947	Low-voltage switchgear and controlgear.
EN 61008	IEC 61008	Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs).
EN 61010	IEC 61010	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use.

5.11.2 Skammhlaupsafl og málgeta

Skammhlaupsþol teina aðaldreifiskáþum í 400 V dreifikerfi í stöðvarhúsi er almennt 50 kA, en utan stöðvarhúss er skammhlaupsþol mismunandi og þarf að meta það í hverju tilvikum eftir lengd og gerð strengja, stærð aflspenna o.s.frv. Málgeta teina og innkomandi rofa aðaldreifiskáþum í stöðvarhúsi er 4000 A, en aðrir rofar eru mjög mismunandi að málgetu.

5.11.3 Grunngerð 400 V búnaðar

Umfjöllun í þessum kafla er skipt upp í kerfi í stöðvarhúsi og dælustöðvum, þar sem notkun er mikil annars vegar og hins vegar smærri dreifiskáþa innan sem utan stöðvarhúss og þar sem notkun er minni. Sér umfjöllun er um dreifiskáþa í gufuveituhúsum, utan hreinsaðra rýma.

Litur: Litakóðun skáþa er ekki fyrir hendi í NES, en í HEL er litur 11 kV búnaðar RAL 5005 Signal blue.

Stöðvarhús og þar sem notkun er mikil:

Hér er fjallað um 400 V kerfi stöðvarhúss og þar sem notkun er mikil, til að mynda í dælustöðvum. Grunngerð 400 V búnaðar er byggð á hólfuðum stálskápum og útdraganlegum rofum. Stýrðir útgangar eru að öllu jöfnu útfærðir í útdraganlegum skúffum, þar sem hægt er að aftengja skúffur frá aflkerfi til prófunar eða taka þær alfarið úr rekstri. Eins og að framan greinir er skammhlauspól skilgreint 50 kA og allur búnaður er gerðarprófaður miðað við þann straum. Sú ráðstöfun ein og sér þýðir að búnaður er kominn upp í gæðaflokk sem hæfir kerfum þar sem kröfur um áreiðanleika og öryggi eru háar. Þá eru inntakshólf nógu stór til að þar megi koma fyrir stjórnþúnaði, mælistöðvum, samfösunarliðum og öðrum tilheyrandi búnaði. Samandregið eru kröfur til búnaðar þessarar:

- Grunngerð skápa Hólfaðir stálskápar með hólfun í flokki 4A, 3A eða 3B (samkvæmt staðli EN 60439 (IEC 60439) , sjá flokkun hér neðar), frístandandi á gólfi innandyra.
Skáparnir skulu uppfylla eftirfarandi Form kröfur:
Skinnuhólf skulu vera Form 3B.
Strenghólf (skápur) skulu vera Form 3B.
Innkomandi rofahólf skulu vera Form 4A.
Útdraganleg hólf skulu vera Form 3B
Rofahólf fyrir fasta útganga skulu vera Form 3B.
Hólf fyrir ljós- og tenglagreinar skulu vera Form 3A
Skáparnir skulu vera af ljósbogaheldri gerð, þ.e. með ljósbogaheldum hurðum og sprengi-lúgum út úr hólfunum út í útblástursrásir. Nota má strenghólf sem útblástursrás. Skápar skulu vera prófaðir gagnvart ljósbogapoli í einstökum hólfum í samræmi við viðkomandi prófunarstaðal.
Þéttleiki afdreifiskápa í rýmum með hreinsuðu lofti er almennt IP 54 eða þéttari í samræmi við CENELEC staðal EN 60529 (IEC 60529).
- Val á aflrofum..... Aflrofar 800 A og stærri eru almennt svokallaðir loftrofar [Air Circuit Breaker] en rofar 630 A og minni eru í steypu plasthúsi [Moulded Case Circuit Breaker].
Málstærð aflrofa er almennt valin þannig að málstraumur hans sé 40% hærrí en áætlaður hæsti straumur að því tæki eða skáp sem rofinn þjónar. Með þessu er því markmiði náð að álag á rofann verði ekki hærra en um 70% af málstærð rofans.
- Stýrðir útgangar Flestir rofaútgangar eru útbúnir fyrir fjarstýringu frá stjórnkerfi. Þetta á einnig við um flesta innkomandi rofa. Í þessum tilvikum er notuð sérhönnuð stjórneining fyrir rofann og eftir atvikum það tæki sem rofinn þjónar (Simocode eða sambærilegt). Venjulega eru þá straumspennar í rásinni sem eru notaðir til yfirálagsvarnar og annarrar varnarvirkni í tilviki mótorá. Stýrðir útgangar eru að öllu jöfnu útfærðir í útdraganlegum skúffum, þar sem hægt er að aftengja skúffur frá aflkerfi til prófunar eða taka þær alfarið úr rekstri. Fyrir skúffur og rofa sem eru 20 kg eða meira að þyngd, skal fylgja vagn og lyftibúnaður skúffunni. Hið sama á við ef skúffa er eru 10 kg eða meira að þyngd og hólfíð fyrir hana er í meira en 1,8 m hæð frá gólfi.
..... Fyrir viðbætur við núverandi kerfi skal miða við að rofaútgangar sem eru 630 A og stærri séu stýranlegir og útbúnir fyrir bæði stað- og fjarstýringu.
- Roftæki fyrir mótorá ... Fyrir mótorá sem þjónað er frá 400 V kerfi, eru roftæki mismunandi eftir því hvaða stærð mótorá á í hlut hverju sinni:
Mótorstærð ≤90 kW : Aflrofi til skammhlaupsvarnar og spólurofi sem roftæki
Mótorstærð <90 kW og ≤220 kW : Aflrofi (loftrofi) til skammhlaupsvarnar, yfirálagsvarnar og sem roftæki
Mótorstærð ≥ 250 kW : Aflrofi til skammhlaupsvarnar og spólurofi sem roftæki
Ef spólurofi er notaður sem roftæki eru straumspennar í rásinni og yfirálagsvörn í stjórneiningu rofans (Simocode eða sambærilegt).
- Skinnukerfi Í 400 V kerfum eru almennt fimm skinnu kerfi, miðuð við að útgangandi kerfi geti verið af fyrir beint jarðtengt kerfi, 400/230 V AC, (3 fasar + N + PE) gerð TN-C-S skv. IEC 60364. Skinnukerfi er núllað í öllum dreifiskápum sem tengjast dreifispennum, þ.e. í „fyrsta skáp“ frá dreifispenni. Röð fasaleiðara í skinnukerfum skal vera L1-L2-L3 (og N þar

sem við á), talið framan frá og aftur, ofan frá og niður og frá vinstri til hægri séð framan frá skáp.

Hæsta spenna fyrir búnað	690 V
Rekstrarspenna (U_n) ..	400/230 V
Tíðni	50 Hz
Einangrunarspenna, 1 mín	2.500 V
Skammhlaupsþol (I_{cs})	50 kA

Málstraumar [Rated currents] eru vanalega ekki skilgreindir í kröfulista, heldur er vísað í straumgildi á einlínuteikningum sem fylgja verðfyrirspurnum / útböðsgögnum.

Gerð er krafa um að útdraganlegum aflrofum fylgi vagn á hjólum, til að flytja rofa á milli staða og færa þá að og frá rofahólfi.

Után stöðvarhúss og þar sem notkun er lítil:

Hér er fjallað um 400 V kerfi utan stöðvarhúss og þar sem notkun telst ekki mikil, til að mynda í gufuveituhúsum. Grunngerð 400 V búnaðar er í raun hin sama og að framan greinir fyrir búnað innan stöðvarhúss, að öðru leyti en því að gerð er krafa um aukinn þéttleika, þ.e. IP 65 eða þéttari í samræmi við CENELEC staðal EN 60529 (IEC 60529). Þessum þéttleika er náð með því að byggja venjubundna rofaskápa inn í ytri skáp sem hefur þéttleika IP 65 og þolir yfirbrýsting með hreinsuðu lofti.

5.12 Jafnstraumskerfi

Umfjöllun um 110 V DC kerfi er byggð á kerfi nýjustu virkjunar ON, Hellisheiðarvirkjunar. Kerfið þjónar afdreifingu innan stöðvarhússins og einnig þeim kerfum utan stöðvarhússins sem hægt er að þjóna þaðan, í þeim tilvikum að fjarlægð frá stöðinni og/eða umfang aflnotkunar krefst ekki sérstaks jafnstraumskerfis á notkunarstað.

5.12.1 Staðlar

EN 60051	IEC 60051	Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.
	IEC 60119	Recommendations for polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipment.
EN 60255	IEC 60255	Measuring relays and protection equipment.
EN 61439	IEC 61439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
EN 60146	IEC 60146	Semiconductor converters. - General requirements and line commutated convertors
EN 60865	IEC 60865	Short-circuit currents – Calculation of effects.
EN 60896	IEC 60896	Stationary lead-acid batteries.
EN 60947	IEC 60947	Low-voltage switchgear and controlgear.
EN 61660		Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations.
	IEEE 485	Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications.

5.12.2 Skammhlaupsafl og málgeta

Skammhlaupsþol teina aðaldreifiskápa í 110 V DC kerfi í stöðvarhúsi er almennt 20 kA og straumþol skinnukerfa er almennt 200 A. Valið er að nota einungis 110 V jafnstraumskerfi, en búa til 24 V spennu þar sem þörf fyrir einstök tæki eða kerfi.

5.12.3 Grunngerð jafnstraumsbúnaðar

Umfjöllun í þessum kafla er miðuð við kerfi í stöðvarhúsi og dælustöðvum, þar sem notkun er mikil eða fjarlægð frá stöðvarhúsi það mikil að setja þarf upp sér kerfi.

Litur: Litakóðun skápa er ekki fyrir hendi í NES, en í HEL er litur 110 V DC búnaðar RAL 5005 Signal blue.

Grunngerð skápa Hin sama og fyrir 400 V skápa

Aflrofar Aflrofar fyrir inn og útganga í 110 V DC kerfi skulu vera gerðir til notkunar í jafnstraumskerfum.

Skinnukerfi Í 110 V DC kerfum eru almennt þriggja skinnu kerfi. Í skinnuhólfi í efri hluta skápasamstæðu er komið fyrir einangruðum aðalskinnum fyrir jákvætt og nei-kvætt skaut DC dreifingar. Í lóðréttu skinnuhólfi fyrir hvern skáp eru settar skinnur fyrir skautin, en skinna fyrir PE leiðara er í strenghólfi eins og í AC dreifingum. Í botnhluta skápa er komið fyrir PE skinnu sem er tengd PE skinnu í hverju strenghólfi.

Ástimpluð spenna	130	V DC
Máls্পenna (U_n)	110	V DC
Rekstrars্পenna	97-121	V DC
Einangrunars্পenna, 1 mín	2.500	V
Jarðtenging kerfis	engin (fljótandi kerfi)	

Málstraumar [Rated currents] eru vanalega ekki skilgreindir í kröfulistu, heldur er vísað í straumgildi á einlínuteikningum sem fylgja verðfyrirspurnum / útboðsgögnum.

5.12.4 Rafgeymar

Rafgeymasett eru fyrir 110 V DC spennu og samanstanda af 54 geymum, hverjum með eina geymasellu. Einungis eru notaðir lokaðir blýsýru- gelgeymar, viðhaldsfríir. Rýmd raf-geymasetta í stöðvarhúsi sem þjóna vélasamstæðum er að lágmarki 600 Ah en að lágmarki 200 Ah í dælustöðvum, miðuð við 10 stunda afhleðslutíma og lægstu heildarspennu settsins hærrí en 97 V í lok afhleðslutímans. Fyrir geymasett sem þjóna vélasamstæðum þurfa settin að geta keyrt neyðarolíudælu í 30 mínútur ásamt annarri notkun, þannig að heildars্পenna settsins sé hærrí en 97 V í lok afhleðslutímans.

5.12.5 Hleðslutæki

Hleðslutæki eru byggð upp af tveimur eða fleiri sjálfstæðum einingum sem vinna saman sem ein heild, þannig að unnt er að taka eina einingu úr rekstri án þess að trufla rekstur hinna. Hver eining er með sér affæðingu frá 400/230 V AC kerfi. Kerfinu fylgir vaktbúnaður sem gefur merki til stjórnkerfis ef um bilun er að ræða. Þá er kerfið með innbyggða prófunarvirkni, þannig að þegar prófun er í gangi er slökkt á hleðslu geymanna, þannig að þeir taka að afhlaðast og er afhleðsluferli þeirra vaktað.

5.13 Varnir og samfösun

Umfjöllun um varnarbúnað er byggð á kerfi nýjustu virkjunar ON, Hellisheiðarvirkjunar.

5.13.1 Almennt

Fyrir hönnun varnarbúnaðar var notuð sú grunnforsenda að varnarbúnaður vélasamstæðna er tvískiptur, hluti A og hluti B, þar sem virkni hvors hlutar er að nánast öllu leyti óháð virkni hins hlutans. Þannig eru hlutarnir til að mynda hýstir í sitt hvorum skápnum, eru með spennufæðingu frá sitt hvoru rafgeymasettinu og vinna á sitthvora útleysisþóluna í rofum. Virkni samfösunarkerfis er þannig að vélasamstæðum þjónar tæki til sjálfvirkrar samfösunar rafala við aðliggjandi kerfi og er það með tvöfalda virkni, til að tryggja að ein bilun valdi ekki ein og sér rangri innsetningu rafalarofa við samfösun. Samhliða sjálfvirka tækinu er einnig möguleiki á handvirkri samfösun frá stjórnskáp og er sú virkni háð því að samfösunarliði heimili innsetningu, sömuleiðis til að afstýra rangri innsetningu rafalarofa við handvirka samfösun.

Virkni kerfanna er lýst nánar í kerfislýsingum.

5.13.2 Staðlar

EN 60255	IEC 60255	Measuring relays and protection equipment.
EN 60439	IEC 60439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
EN 60870	IEC 60870	Telecontrol equipment and systems.
EN 60947	IEC 60947	Low-voltage switchgear and controlgear.

EN 61000 IEC 61000 Electromagnetic compatibility (EMC).

5.14 Strengir og tengingar

5.14.1 Almennt

Hér er fjallað um millispennustrengi, lágspennustrengi, stýri- og merkjastrengi. Um háspennustrengi er fjallað í kafla 4.7.

Vegna möguleika á hita í jörðu, er þörf á að gæta sérstaklega að hitapoli kápu og flutningsgetu m.t.t. umhverfishita. Í sumum tilvikum getur þurft að gera sérstakar ráðstafanir, til að mynda að nota yfirstærð af strengjum, setja upp sértækar varnir eða leggja strengi í lagnaleiðir ofanjarðar. Í sumum tilvikum er jafnvel möguleiki á að heit svæði færast til.

Millispennustrengir eru almennt gerðir fyrir 12 kV rekstrarspennu, framleiddir og prófaðir samkvæmt IEC 60502 og EN 60811, með PE kápu, XLPE (cross linked polyethylene) einangrun og með fápættum leiðurum og vatnþéttingu langsum eftir strengnum.

Lágspennustrengir sem eru fleirleiðarastrengir eru að jafnaði einangraðir fyrir a.m.k. 450/750 V rekstrarspennu. Stýristrengir fyrir notkun með 110 V DC spennu eru að jafnaði með fjölþættum, fortinuðum koparleiðurum, einangraðir fyrir a.m.k. 300/500 V rekstrarspennu. Stýristrengir eru að jafnaði með skermi úr fléttuðum fortinuðum kopar eða áli. Leiðarar stýristrengja eru að jafnaði svartir og númeraðir og enginn af leiðurum stýristrengja má vera með gul/græna einangrun.

Stýristrengir fyrir hliðræn merki eru að jafnaði með fjölþættum fortinuðum koparleiðurum, einangruðum fyrir a.m.k. 150/250 V rekstrarspennu. Strengir fyrir hliðrænar rásir sem liggja að hluta utan rafbúnaðarrýma eru að jafnaði tveggja para og parsnúnir og að þvermáli a.m.k. 0,5 mm², en strengir fyrir hliðrænar rásir sem liggja milli skápa í rafbúnaðarrýmum eru að jafnaði a.m.k. tíu para og parsnúnir og að þvermáli a.m.k. 0,5 mm². Strengir fyrir hliðræn merki eru að jafnaði heilskermaðir og með skerm úr fléttuðum fortinuðum kopar.

ProfiBus DP samskiptastrengir þurfa að uppfylla staðla IEC 61158 og EN 50170 um gagnasamskipti. Strengirnir eru að jafnaði skermaðir ProfiBus DP-strengir, fjólubláir að lit.

Samása (Coax) strengir eru notaðir t.d. fyrir Sonoflo-flæðiskynjara milli skynjara og merkjabreytu. Strengirnir eru að jafnaði 75 ohma strengir sem þola hitasviðið a.m.k. mínus 20 gráður á Celsíus til plús 70 gráður á Celsíus. Strengirnir eru að jafnaði með a.m.k. 0,5 mm² fortinuðum koparleiðara og fléttuðum fortinuðum skermi.

Ethernet samskiptastrengir eru af tveimur gerðum. Fyrir stýrivélanet eru notaðir 4 para STP strengir með tvöföldum skermi, gerðir fyrir "Industrial Ethernet". Fyrir kerfiráðsnet eru notaðir 4 para FTP strengir (e. „foiled twisted pair“). Að jafnaði er gerð krafa um að Ethernet samskiptastrengir uppfylli a.m.k. Cat5e.

Ljósleiðarar eru að jafnaði utan/innan húss strengir (jafnt innan húss sem utan húss), málmfríir og án gelfyllingar. Aðrar kröfur, svo sem um gerð og fjölda ljósleiðara/ljósleiðarapara og hæfi til blásturs í rör, fara eftir notkun í hverju tilviki.

Almennt er gerð krafa um að stýri- og merkjastrengir, sem og lágspennustrengir allt að 16 mm², séu brunapolsprófaðir samkvæmt IEC-staðli 60332-1. Lágspennustrengir 16 mm² og sverari eru að jafnaði brunapolsprófaðir samkvæmt IEC-staðli 60332-3. Strengir sem þjóna brunaviðvörðunarkerfum, reykkræstimótorum, neyðarlýsingu og öðrum öryggisbúnaði skulu vera brunapolsprófaðir samkvæmt IEC-staðli 60331.

Almennt er gerð krafa um að strengir séu merktir frá framleiðanda með gerðarmerkingum og frá hendi verktaka með strengnúmerum.

Við aðgreiningu einstakra leiðara í stýristrengjum, er notað númerakerfi frekar en litakerfi, þó ekki í strengjum fyrir hliðræn merki.

5.14.2 Staðlar

EN50334

Marking by inscription for the identification of cores of electric cables

HD361		System for cable designation
EN60228	IEC 60228	Conductors of insulated cables
EN60230	IEC 60230	Impulse test on cables and their accessories
EN60811	IEC 60811	Insulating and sheathing materials of electric and optical cables - Common test methods
HD21	IEC 60227	Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V
	IEC 60173	Colours of the cores of flexible cables and cords
HD308		Identification of cores in cables and flexible cords
EN60446	IEC 60446	Identification of insulated and bare conductors by colours
HD516		Guide to use of low-voltage harmonised cables
HD603		Distribution cables of rated voltage 0,6/1 kV
	IEC 60331	Test for electric cables under fire conditions - Circuit integrity
EN 60332-1	IEC 60332-1	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for single insulated wire and cable
EN 60332-3	IEC 60332-3	Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions – Part 3: Tests vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables
	IEC 60502	Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1,2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV).
EN 609447	IEC 60947	Low-voltage switchgear and controlgear
EN 61158	IEC 61158	Industrial communication networks - Fieldbus specifications
	ISO/IEC 11801	Information technology - Generic cabling for customer premises
EN 50173		Information technology. Generic cabling systems.

5.14.3 Víringar og tengingar

Tengivír skal vera framleiddur samkvæmt HD21 (IEC 60227) og vera með einangrunar gildi 600 V. Víring stýrirása, straum- og spennurása skal vera gerð úr fínþættum fortinuðum koparvír og lágmarks gildleika stýrirása víringa er 1,0 mm² en fyrir straummælirásir 2,5 mm² og 1,5 mm² í spennumælingum. Verktaki skal framkvæma allar tengingar innan skápa í samræmi við staðla og reglugerðir. Allir vírar milli mælíbúnaðar og raðtengja skulu lagðir í þar til gerðar vírarennur og merktir í báða enda með víra númeri.

Allar víringar á milli skápa innan skápasamstæðu skulu vera innifaldar í vinnu verktakans, svo sem fyrir spennumælingu á skinnnum, stöðu jarðrofa á skinnnum og þess háttar.

Allar afltengingar skal herða með átaksstilltum verkfærum, stilltum samkvæmt fyrirmælum framleiðanda tengibúnaðarins.

Hafa skal mismunnandi lita víra fyrir mismunandi spennukerfi, samkvæmt neðanskraðu:

[Grátt]	Allar almennar stýrirásir
[Gulgrænt]	Hlífðarjarðtaug
[Blátt]	Núlltaug 400/230 V kerfa
[Brúnt]	Fasataug(ar) 400/230 V kerfa
[Rautt]	+ taug 110 V DC kerfa
[Svart]	- taug 110 V DC kerfa
[Fjólublátt]	+ taug 24 V DC kerfa
[Hvít]	- taug 24 V DC kerfa

6. Stjórnbúnaður

Ekki er gert ráð fyrir að hægt sé að reka virkjun án virks stjórnkerfis.

6.1 Almenn

Öll hönnun skal lúta að því að öryggi starfsfólks við rekstur og viðhald sé tryggt.

6.2 Staðlar

Við hönnun skulu ávallt notaðir gildandi ÍST EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum þeirra þar sem við á sem og viðeigandi Committee for Standardization (CEN) og European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) sem gefnir eru út sem European Standard (EN) eða "Harmonization Document (HD)IEC og ISO staðlar".

- Sjá nánar um staðlana í fylgiskjali A): FH-052-011, Staðlar varðandi stjórnbúnað í virkjunum ON útg. 0

6.3 Umhverfi stjórnbúnaðar

6.3.1 H₂S í andrúmslofti

H₂S í andrúmslofti er við jarðvarmavirkjanir ON líkt og við flestar jarðvarmavirkjanir. H₂S er mjög slæmur fyrir tölvustjórnbúnað og annan rafeindabúnað, einkum vegna tærandi áhrifa á kopar og silfur. Til að vernda stjórnbúnaðinn þá er hann hafður í hreinsuðum rýmum, þ.e.a.s. rýmum þar sem H₂S hefur verið hreinsað úr andrúmsloftinu með sérstökum kolasíum í loftræstikerfinu. Það þarf að halda magni brennisteinsvetnis, H₂S, í lágmarki (<3 ppb). Til að rými haldist hrein er nauðsynlegt að rýmin séu sem mest lokuð til að yfirþrýstingur hreins lofts sé í þeim. Sérstaklega þarf að huga að þessu á framkvæmdatíma þegar mikil umgangur er um stjórnbúnaðar herbergi og jafnvel truflanir á rekstri loftræstikerfi, lagnagöt ópétt o.fl.

Í mjög miklu magni er H₂S eitrad og lífshættulegt. Ekki er fjallað meir um það hér.

Stjórnbúnaður skal vera gerður fyrir tærandi umhverfi í samræmi við G3 flokkun samkvæmt ISA S71.04-1985. Þetta á við um búnað sem er í rýmum sem eru með hreinsuðu lofti. Ef kostur er skal velja stjórnbúnað sem er með sérstaka varnarhúð „conformal coating“ til varnar tæringu.

Til að fylgjast með magni H₂S í rýmum með viðkvæmum rafeindabúnaði á að setja upp síritandi H₂S mæla í herbergi þar sem viðkvæmur rafeindabúnaður er, t.d. í stjórnbúnaðarherbergi, og koma á reglubundnu eftirliti með mælunum.

Einnig þarf að vera til staðar nákvæmur, færanlegur H₂S handmælir til nákvæmari mælinga og til að mæla styrk H₂S á ýmsum stöðum t.d. í loftræstikerfi.

Skápar með rafbúnaði sem eru utan töflurýmis þar sem loft er hreinsað skulu vera með a.m.k. IP-65 þéttleika. Hreinsað loft, stýriloft, skal látið blæða inn í skápinn. Blæðingin skal stillt með loftloka og loftflæðið mælt. Gæta skal vel að þéttleika innfærslustúta (nippla).

Skápar með rafeindabúnaði skulu vera með glugga svo hægt sé að fylgjast með tölvubúnaði og koparplötu (H₂S vöktun) án þess að hurð sé opnuð.

Stýristrengir skulu vera fortinaðir til að verjast tæringu af völdum H₂S.

Nota skal sérstaka tengifeiti þar sem öðrum vörnum gegn H₂S verður ekki við komið. Tengifeitin má t.d. vera af gerðinni: Kontasynth CX 70/301 framleidd af Klüber Lubrication Munchen KG, (www.klueber.com). Auk þess skal nota, þar sem því verður við komið, klemmda vírhulsu eða strengskó úr tindhúðum kopar. Auk þess skal setja herpíhólk milli einangrunar og strengskós á vírum 4 mm² og sverari.

Utanhúss og í rýmum þar sem ekki er hreinsað loft skal þess gætt að kopar, silfur eða málmblöndur þeirra eru almennt ekki leyfilegar í búnaði. Rafeindabúnaður í slíku umhverfi, t.d. stjórnþæki og skynjarar, skal sérstaklega varinn tæringu t.d. með „conformal coating“.

Utanhúss, t.d. við kæliturna og í spennarýmum, endist tengifeiti oft illa eða aðrar varnir fyrir kopar duga illa og skal þá nota álstrengi í stað koparstrengja.

Þegar gólf eru þrífir í herbergjum með hreinsuðu lofti og viðkvæmum rafeindabúnaði skal gæta að því að ekki séu notuð hreinsiefni með of miklum klór, því klórgufur auka mjög næmni rafeindabúnaðar fyrir H₂S tæringu.

6.3.2 Gólfefni

Gólfefni, t.d. á fölskum gólfum skal vera antistatik, þ.e.a.s. gert fyrir tölvurými.

6.3.3 Kröfur vegna jarðskjálftaálags

Skápar stjórnkerfis og undirstöður þeirra eru hannaðar til að þola hönnunar jarðskjálftaálag í kafla 4.1.2.

6.3.4 Umhverfishi

Í útihúsum t.d. skiljustöðvum, er almennt ekki loftræstikerfi né önnur stýring á lofthita. Að sumri til á lofthitinn því til að verða hár og enn hærrí í stjórnskápum, jafnvel talsvert yfir 40°C. Þetta þarf að hafa í huga þegar búnaður er valinn í skápana.

6.4 Stjórnstig

Uppbygging stjórnkerfis er lagskipt: Fjarstýring frá stjórnstöð Bæjarhálsi 1, stöðvarstýring, vara skjákerfi (Portable Operator Console, POC) og tækjastýring/neyðarstýring.

Helstu forsendur varðandi stjórnstig virkjunar:

- **Fjarstýring**
Alla jafnan er virkjunin vöktuð frá stjórnstöð Bæjarhálsi 1 með fjartengingu við stjórnkerfi virkjunar.
- **Stöðvarstýring**
Þegar unnið er að viðhaldi eða í kjölfar alvarlegra bilana, t.d. útslátt vélar, er virkjuninni alla jafna stjórnað frá stjórnstöð virkjunar. Einnig við bilun í gagnasamböndum milli stjórnstöðvar Bæjarhálsi 1 og virkjunar er virkjuninni stjórnað frá stjórnstöð virkjunarinnar þar sem annars er ekki gert ráð fyrir stöðugri vakt. Hægt er að velja milli fjarstýringar og stöðvarstýringar fyrir hverja stýrivél fyrir sig.
- **Vara kerfiráður**
Við bilun í þjónum kerfiráðs, bæði aðal- og varapjóni, eða í samskiptabúnaði þeirra við stýrivélarnar er unnt að stjórna vinnsluferlinu með varavinnustöð (Portable Operator Console, POC, flakkari) sem tengd er beint við stýrivélanetið.
- **Tækjastýring/neyðarstýring**
hefur hæstan forgang, svo stöðvarstýring og loks fjarstýring frá Bæjarhálsi.

6.4.1 Hlutverk stjórnstöðvar að Bæjarhálsi 1

Fyrir hvert verkefni fyrir sig ákveður verkkaupi, ON, hvort allar skjámyndir og aðrar upplýsingar stjórnkerfis eru aðgengilegar í stjórnstöð að Bæjarhálsi 1, eða einungis valinn hluti upplýsinga. Þetta ræðst af hlutverki starfsfólks stjórnstöðvar að Bæjarhálsi 1 við rekstur virkjunar, t.d. hvort það takmarkist einkum við eftirlit en stjórnun tækja fari að mestu fram í stöðinni sjálfri. Þessir og fleiri þættir eins og þörf fyrir þjálfun, öryggi notendaviðmóts og hagkvæmni eru svo til grundvallar þegar fjarstýringin er hönnuð.

Almenn viðmiðun, þegar áherslan er á eftirlit, er að merkjafjöldi frá virkjun að stjórnstöð að Bæjarhálsi sé innan við 25% af merkjafjölda í stöðinni. Markmiðið er að drekkja ekki stjórnstöðinni í óþarfa viðvörðunum og öðrum upplýsingum og eins að halda kostnaði niðri. Við hönnun stjórnkerfis þarf að fara gaumgæfilega yfir hlutverk viðvarana, hverjar er hægt að hópa saman, og flokka þær eftir mikilvægi, t.d. rauður hópur sem krefst tafarlausra viðbragða og utan dagvaktar þá oftast útkalls bakvaktar, gular viðvaranir sem geta beðið næstu dagvaktar o.s.frv. Hér þarf einnig að hafa í huga mönnun í stöð, þ.m.t. bakvaktar.

Ef stjórnstöð á að taka verulegan þátt í allri stjórnun virkjunar, þá þarf að skoða aðra kosti, t.d. að setja upp vinnustöð frá stjórnkerfi virkjunar í stjórnstöðinni að Bæjarhálsi. Ef fleiri en ein virkjun verða tengdar stjórnstöð með þessum hætti þ.e.a.s. vinnustöð stjórnkerfis virkjunar sett upp í stjórnstöð að Bæjarhálsi, þá hvetur það til samræmingar á stjórnkerfum viðkomandi virkjana“.“. Þrjár virkjanir eru í dag (2017) tengdar við stjórnstöðina að Bæjarhálsi 1.

6.5 Rekstraröryggi

6.5.1 Umfremd búnaðar vinnslurásar

Áhersla er lögð á að tryggja rekstraröryggi virkjunar með umfremd (redundance) búnaðar þar sem við á, þó ekki t.d. I/U einingar. Búnaður ókrítískra kerfa eins og t.d. húskerfa á ekki að vera með umfremd.

Umfremd er í kerfinu til að auka rekstraröryggi með því að tryggja að ein bilun í krítískum búnaði valdi ekki alvarlegum rekstrartruflunum. Allar lykil einingar stjórnkerfis svo sem stýrivélar, samskiptaleiðir og affæðing verða því tvöfaldar, en samskipti við I/U einingar eru tvöföld/hringtengd. Virkni umfremdar er vöktuð.

Aðal- og vara lagnaleiðir skulu vera óháðar og umfremdartengdan búnað skal ekki hýsa í sama rými, undantekningar eru háðar samþykki ON.

6.5.2 Módúluppbygging og rekstraröryggi

Stjórnkerfinu er skipt upp í einingar/módúla til samræmis við skiptingu vinnslurásar í stórneiningar í því augnamiði að auka rekstraröryggi. Umfremd í vinnslurás endurspeglast þannig í umfremd í stjórnkerfinu. Bilun í stjórnkerfi á því ekki að leiða til rekstrartruflunar nema á einni vinnslueiningu, t.d. einni dælu eða einni vélasamstæðu.

Stjórnkerfið sjálf er í meginráttum byggt upp í sjálfstæðum módúlum í því augnamiði að ekki séu fleiri en tveimur vélasamstæðum stjórnað af sama stjórnkerfis módúlum, t.d. netjóna pari.

6.5.3 Stýrivélar óháðar skjakerfi

Skjakerfishluti stjórnkerfi getur orðið óvirkur án þess að rekstur virkjunar truflist, þ.e.a.s. svo lengi sem ekki verða truflanir á rekstri sem kalli á viðbrögð rekstrarmanna.

6.5.4 Bilanaleit og viðgerðatími

Að jafnaði skal ekki þurfa að taka meir en 4 klst. að lagfæra kerfi.

Kaldræsing stjórnkerfis þ.e.a.s. kerfiráðs og stýrivéla, á ekki að taka meir en 10 mínútur.

Kerfiráðurinn fylgist stöðugt með hvort einstök tæki í kerfiráðnum þ.e.a.s. vinnustöðvar, prentari eða fjarskiptasambönd séu virk. Bilanaástand í þessum búnaði kemur myndrænt fram á skjámyndum, í viðvörunarlista tölvukerfis eða í greiningartóli stjórnkerfis.

Auk fyrrgreindrar vöktunar þá eru tvö kerfi til að vakta ástand stjórnkerfisins. Fyrst er það lífsmarksvöktunarkerfi (e. Life beat monitoring). Svo er það ástands- og greiningarkerfið (e. Diagnostic system).

Lífsmarksvöktunarkerfið vaktar hvort það sé tenging við alla helstu einingar stjórnkerfisins þ.e. vinnustöðvar, þjóna og stýrivélar. Ef tenging slitnar kemur viðeigandi viðvörun fram í viðvaranalista.

Greiningar- og viðhaldskerfi stjórnkerfis (e. diagnostics and maintenance system). Í stjórnkerfum eiga að vera skjámyndir sem sýna ástand einstakra tækja stjórnkerfisins.

- Sjá einnig í viðauka: HB-052-001 Hellisheiðarvirkjun, Kerfislýsing stjórnkerfis. Útgáfa 3.1. dags. nóv. 2011 og viðauka: HB-052-004 Hellisheiðarvirkjun, Kerfislýsing SPPA-T3000 stjórnkerfis véla 5 og 6. Útgáfa 1.0 sept. 2011

6.5.5 Cyber security (tölvuöryggi)

Skipulagning og rekstur Cyber security mála er í höndum tölvumanna ON og skal tekið upp þegar við á á hönnunarstigi.

Fjaraðgangur þjónustuaðila að kerfinu skal ávallt vera háður samþykki verkkaupa, ON, og tímabundin (með time-out). Aðgangurinn skal fara gegnum eldveggi og „demilitarized zone“ í höfuðstöðvum ON að Bæjarhálsi 1. Umsjónarmenn stjórnkerfis virkjunarinnar stjórna aðganginum.

6.5.6 Öryggi stýringa (fail-safe virkni)

Forðast skal að nota millilæsingar (e. interlocks) í stýrivél til að verja tæki s.s. dælur og mótora fyrir tjóni, þá er átt við t.d. sogþrýsting dæla, yfirhitavarnir mótora o.s.frv. Það þarf að harðvira viðkomandi merki við seinasta stjórn tæki mótorstýringarinnar.

6.6 Vélbúnaður

6.6.1 Aflfæðing - Yfirlit

Stjórnkerfið er fætt frá tvöfaldri afldreifingu. Hver stýrivél er spennufædd frá tvöfaldri 110 VDC fæðingu. Í stýrivélaskápunum eru 110 VDC/24 VDC umbreytar og stýrivélarnar og inn- og útgangar þeirra eru fæddir frá þeim. Hver spennufæðing hefur sitt geymasett sem getur haldið kerfinu lifandi í nokkrar klst. þó 400 V AC kerfi virkjunarinnar sé rafmagnslost. Stýrivélar eru þannig fæddar frá tvöföldu DC kerfi þ.a. þó önnur fæðingin bregðist, þá truflast ekki rekstur stýrivélarinnar. Bilanamerki er frá DC/DC umbreytunum.

I/O einingar og annar búnaður í stjórnskápum sem notar bara eina 24VDC fæðingu er fæddur um díóðubrú í viðkomandi skáp. Díóðubrúin er fædd frá báðum 24VDC kerfunum í skápunum.

Hver einstaka eining í stýrivélaskápunum hefur sitt sjálfvar. Öll sjálfvörin í skápunum eru vöktuð og ef eitthvað af þeim leysir út þá kemur viðeigandi viðvörn í stjórnkerfið.

Netþjónar og aðrar PC tölvur stjórnkerfis eru fæddar frá tveim 230 VAC áriðlum. Áriðlarnir eru fæddir frá 110 VDC kerfunum.

Við áriðlana skulu vera til staðar sjálfvirkir framhjálaupsrofar sem hleypa rafmagni framhjá áriðlinum í bilanatilvikum.

6.6.2 Aflfæðing – Kröfur til spennu

6.6.2.1 Jafnspenna

Allur stjórnþúnaður á að vinna eðlilega við eftirfarandi spennur í samræmi við EN 60870-2 (IEC 60870-2-1)

- Málspenna 110 Vdc
- Málspenna 24 Vdc
- Spennu frávik, class DC2 ± 15%
- Jarðbundið eða fljótandi kerfi – skal ON taka ákvörðun hverju sinni hvernig kerfi verður fyrir valinu
- Gáruspenna class VR3 ≤ 5%

Spennuþol einangrunar, prufuspennur og almennar kröfur skulu vera eftirfarandi ef ekki er annað samþykkt.

Spennuþol einangrunar skv. EN 60870-2 (IEC 60870-2-1):

Fyrir búnað sem rekin er á <110 VDC spennu:

- Spennuþol á afltíðni (Power frequency withstand voltage) class VW2 1 kV
- Impúls spennuþol class VW2 2 kV

Fyrir búnað sem rekin er á 110 VDC spennu:

- Spennuþol á afltíðni (Power frequency withstand voltage) class VW2 2,5 kV
- Impúls spennuþol class VW2 5 kV

6.6.3 Varnir gegn rafmagnstruflunum

Reynslan hefur sýnt að yfirspenna vegna eldinga er talsvert algeng við virkjanir ON, t.d við Hellisheiðarvirkjun. Því þarf að huga vel að eldingavörnum og yfirspennuvörnum.

- Sjá einnig fylgiskjal: SK-050-002 „Greinargerð - mat á áhrifum eldinga og líkur á niðurslætti“ og SK-050-001 „Minnisblað. Stjórn- og rafkerfi. Áhrif eldinga 11. Apríl“

Yfirspennuvarnir eru notaðar á öllum strengjum tengdum stjórnkerfi sem fara út úr byggingum.

6.6.3.1 Notkun ljósleiðara

Ljósleiðarar eru almennt notaðir fyrir samskiptalagnir á milli kerfiseininga. Innan sömu skáparaðar má þó nota koparstrengi milli eininga.

Almennt skal leggja ljósleiðara á milli kerfiseininga þannig að gengið sé frá öllum ljósleiðaraendum (fiber) út í patch panel með ST tengi. Með ST tengjum þarf smá átak til að aftengja/tengja þannig að minni hættu er á að taka óvart úr sambandi þegar gengið er um skápa. Þannig skal ganga frá öllum ónotuðum ljósþráðum í tengi svo að auðveldlega megi nota þá vegna viðbóta eða breytinga eftir á bæði fyrir kerfiseiningar/stjórnbúnað og eins fyrir húskerfi.

Patch ljósleiðarasúrur skal einungis nota milli eininga innan sömu skáparaðar.

Endi ljósleiðara skal frágenginn með hæfilegum slaka þannig að tengja megi aftur ef hann brotnar við ljósleiðara tengibrettið.

6.6.4 Stýrivélar

6.6.4.1 Almenn

Reikniverk þ.e.a.s. CPU skal vera tvöfalt (redundant). Samskiptaeiningar við fjartengdar inn-/út einingar (remote I/O) o.þ.h. skulu vera tvöfaldar. DC affæðing skal vera tvöföld. Einföld bilun í fyrrgreindum búnaði á þannig ekki að valda alvarlegri rekstrartruflun í vinnslurás

Auðvelt skal vera að skipta út I/Ú einingum með stýrivél í rekstri.

CPU álag stýrivéla skal vera jafnt og ekki fara yfir 30%.

6.6.4.2 Inn- og útgangar

Hliðrænir inngangar fyrir skynjara innan sömu byggingar og I/Ú einingin, skulu vera 4-20 mA eða Pt-100.

Pt-100 hitanemar frá skynjurum utan byggingar skulu vera með innbyggðan 4-20 mA merkisbreyti. Þetta á við um merki sem koma frá búnaði sem er ekki í sömu byggingu og viðkomandi I/Ú eining.

Hliðrænir útgangar skulu vera 4-20 mA.

Digital inngangar skulu vera 24 V DC. 110 V DC merki, t.d. frá snertum í óhreinsuðu lofti, tengjast inngöngunum um ljósbreyti (optocoupler). Notkun á 110 VDC inngangseiningum er háð samþykki verkkaupa, ON. Þegar þessar forsendur eru skrifaðar er ON að skoða hvort leyfa eigi 110 VDC inngangseiningar en ekki hefur verið tekin ákvörðun.

Fyrir nýjar stýrivélar og fjartengda inn/út sökkjar skal hafa að minnsta kosti 20% lausa inn-/útganga af hverri gerð og pláss fyrir a.m.k. 10% fjölgun I/Ú eininga (upphafleg krafa í nýrri virkjun).

6.6.4.3 Tengiskápar

Fyrir hvern stjórnskáp í virkjuninni er einn tengiskápur sem tekur við öllum strengjum frá mörkinni og krosstengir þau við raðtengi (tengiklemmur) sem eru tengdar við raðtengi í stýrivélaskáp. Millitengiskápurinn færir öll 110 VDC merki fyrir stýrivélarnar. Með síaukinni notkun búnaðar sem tengdur er með stjórnækjabraut (bus tengdur) þá dregur úr gagnsemi tengiskápa. Það þarf að hafa þá þróun í huga þegar tekin er ákvörðun um hvort setja eigi upp tengiskápa.

Í tengiskápunum er einnig 24 V DC dreifing fyrir skynjara og tæki sem þurfa sér fæðingu, t.d. 4 víra skynjarar.

6.6.4.4 Raðtengi

Raðtengi með skrúfuðum tengingum skulu vera með tengistykki milli skrúfu og leiðara. Raðtengi þar sem skrúfan leggst beint ofan á vír eru ekki leyfð.

Raðtengi með fjaðra festingum skulu vera af „spring cage“, „contact cage clamp“ eða sambærilegri gerð. Tengin skulu vera fyrir víra með vírendahulsu. Þau skulu þannig gerð að losa þurfi álagið af tenginu þegar vír er settur í það. Stungutengi (push in) og hraðtengi (fast connection) eru ekki leyfð.

Stærð tengja fyrir mælirásir skal vera 6,0 mm² en 4,0 mm² fyrir stýrirásir.

Raðtengi við lagnir út úr skápum fyrir spennu- og stýrirásir skulu vera rjúfanleg án þess að losa tengingar (roftengi). Tengiskrúfur skulu vera gerðar fyrir mælipinna.

Raðtengi með bræðivari skulu vera með ljósdíóðu svo auðveldlega sjáist ef bræðivarið er farið. Ljósdíóðurnar skulu ýmist vera fyrir 24 V eða 110 V.

Gera skal ráð fyrir 20% auka plássi fyrir mögulega viðbót á raðtengjum. Ekki má setja fleiri en tvo vírenda í hvern tengistað. Þar sem tveir vírendar tengjast á sama tengistað skal nota til gerða vírendahulsu. Allar mæli- og stýrirásir á að tengja í raðtengi. Stýri- og aflrásir skulu haldast aðskildar.

6.6.5 Samskiptabrautir

Samskiptabrautir fyrir skynjara og önnur stjórnþæki skulu vera samkvæmt vel skilgreindum og þrautreyndum stöðlum, svo sem, ProfiNet, ProfiBus -DP, IEC 61850 eða , háð samþykki verkkaupa, Industrial Ethernet, prótokoll.

ProfiBus tengd tæki eru almennt með einfalt ProfiBus tengi. Til að tengja tækin við bæði aðal og vara stýrivél er því notaður svokallaður Y-coupler (Siemens heiti). I/Ú sökklar eru þó með tvöföldu ProfiBus tengi og þarf þá ekki Y-coupler. Reynslan úr virkjunum ON hefur sýnt að ProfiBus -DP lagnir geta verið viðkvæmar fyrir truflunum ef leiðbeiningum framleiðenda er ekki nákvæmlega fylgt.

- Sjá einnig fylgiskjal „HH-I05 Control System – ProfiBus Problem report dags. 01.02.2007“ og „510-2776-Profibus frágangur, dags. 26.02.2007“

Hraði á ProfiBus skal vera 1,5 Mbit/s eða hraðari. Ef sá hraði næst ekki vegna langra koparstrengja ætti að leysa það með notkun ljósleiðara.

Slæm reynsla er af ProfiBus -PA vegna tæringar í Hellisheiðarvirkjun, þar sem ekki er hreinsað loft. ProfiBus -PA er því ekki heimilt að nota í virkjunum ON.

Samskipti við stjórnstöð Landsnets skal vera samkvæmt staðli IEC 60870-5-104

6.6.6 Netþjónar og vinnustöðvar (PC tölvur)

Netþjónstölvur (serverar) skulu vera af vandaðri netþjóna gerð (server) , ætlaðar fyrir iðnaðarnot. Netþjónarnir skulu alla jafna keyrðir sem sýndarvélar (virtual machine), sjá einnig um hugbúnað hér á eftir.

Tölvurnar skulu vera gerðar fyrir festingar í 19“ rekka (rack mounted)

Tölvurnar skulu vera í þar til gerðum netþjóna skápum, um 1m djúpum, með góða loftun gegnum framhurð og bakhurð og gott aðgengi að framan og aftan.

Allir þjónar skulu umfremdartengdir ef annað er ekki ákveðið

Diskar skulu vera með umfremd (RAID)

Örgjörvar skulu vera það hraðvirkir að notkun þeirra sé aldrei meiri en 50% af getu, mælt yfir hvaða einnar mínútu tímabil sem er meðan á þungri vinnslu stendur.

Prentari skal vera af lita-laser gerð fyrir A4 blöð, afköst a.m.k. 8 bls./mínútu í lit.

Ljós og möguleiki á hljóðmerki til að vekja athygli á nýjum viðvörnum.

Afrit af hugbúnaði og uppsetningu kerfisins, þ.m.t. nýlegt „disk image“ af gangfæru kerfi skal vera til svo auðvelt sé að hlaða inn kerfinu ef með þarf.

Varahlutir og góð þjónusta fyrir netþjónstölvurnar á að vera til staðar á Íslandi.

6.6.7 Netbúnaður og fjarskiptakerfi

Beinar og netsvissar eiga að vera af gerð sem notaðir eru í iðnaði. Til að auðvelda rekstur netbúnaðarins (þjálfun, aðgengi að þjónustu, varahlutir) skal alla jafna nota búnað sambærilegrar gerðar og er algengastur í rekstri hjá ON, þ.e.a.s. netbúnað frá Cisco. Notkun á öðrum búnaði er háð samþykkt verkkaupa, ON.

Netkerfi verður hannað þannig að einföld bilun í lögnum getur ekki truflað rekstur. Allar mikilvægar tengingar verða tvöfaldar.

Netkerfi stjórnkerfis verður algerlega óháð og aðskilið netkerfi skrifstofu, öryggiskerfis, síma o.þ.h.

6.6.8 GPS klukka og tímamerkingar

Stjórnkerfið skal fá tímamerki frá GPS klukku og skal frávik innri klukku stjórnkerfis miðað við GPS klukku að hámarki vera 2 ms, en upplausn 1 ms.

Þau merki sem þarf að tímastimpla nákvæmlega (2 ms nákvæmni) eru merki frá milli- og háspennubúnaði. Önnur merki eru tímamerkt í forriti stýrivélar og nákvæmni ræðst af umferðartíma viðkomandi forrits (cycle time).

Nota skal sama GPS klukku parið fyrir allan klukkusamhæfðan búnað í virkjun.

6.7 Hugbúnaður

6.7.1 Stýrikerfi og sýndarvélar

Stýrikerfi netþjóna og vinnustöðva skal vera MS Windows nema verkkaupi, ON, hafi samþykkt annað.

Netjónar skulu keyrðir sem sýndarvélar í því augnamiði að auðvelda rekstur netþjónanna. Þannig fækkar raunverulegum tölum. Þó þarf að gæta að því að fækkun raunverulegra tölva komi ekki merkjanlega niður á afköstum netþjónanna.

6.7.2 Forritunarhugbúnaður/þróunarumhverfi

Allur forritunarhugbúnaður (þróunarumhverfi) sem notaður er við verkið og annað sem til þarf skal innifalinn í tilboði.

Þróunarumhverfi (Engineering software) skal keyra á vinnustöðvum stjórnkerfisins og vera samofin skjámynda viðmóti stjórnkerfis til að auðvelda forritunarvinnu.

Notkun á sér tölum fyrir þróunarumhverfi er háð samþykki verkkaupa, ON.

6.7.3 Notendaviðmót (HMI) - Tungumál

Allur texti, ætlaður rekstrarmönnum, á vinnslurásarmyndum og í viðvarana- og atburðarlistum og skýrslum skal vera á íslensku. Undanskilið er þó skjámyndir sem eingöngu eru ætlaðar tæknimönnum stjórnkerfis og textar sem tilheyra stýrikerfi tölva t.d. MS Windows. Staðlaðir gluggar fyrir t.d. línurit eru alla jafna ekki á íslensku.

6.7.4 Notendaviðmót stjórnkerfis utan stöðvarhúss

Almennt þá eru ekki fastir stjórnskjái, t.d. á skáphurðum, í húsum utan stöðvarhúss, t.d. í gufulokahúsi. Undantekning er þó á þessu, sem er stjórn á höfuðdælum í Grámel sem er hægt að stjórna á staðnum í gegnum skjámyndakerfi sem er staðsett inni töfluherbergi í Grámel. Stjórn á þessum stöðum, þ.e.a.s. annars staðar en á Grámel, er eingöngu gegnum stjórnkerfið í stöðvarhúsi með þráðlausum „Access Point“ í viðkomandi húsi fyrir fartölvur eða spjaldtölvur. Vegna öryggis þarf að ganga tryggilega frá þessari þráðlausu tengingu þ.a. ekki sé hætta á aðgangi óviðkomandi aðila. Sem dæmi um hugsanlega lausn þá þyrfti tengingin að vera háð leyfi frá rekstrarmönnum, þarf að vera tryggilega dulkóðuð og þarf að vera tímabundin. Auk þess gildir auðvitað aðgangsstýring, sjá hér fyrir neðan. Endanleg lausn á öryggi þráðlausu tengingarinnar er háð samþykki verkkaupa, ON.

6.7.5 Aðgangsstýring

Til þess að hindra óæskilegan aðgang að stjórnkerfinu og til að gæta fyllsta öryggis um umgengni þess er aðgangsstýring. Aðgangsstýringin er sett upp í kerfiráðsforritinu og sér hún um aðgangsskráningu fyrir hverja vinnustöð ásamt því að stýra hverjir hafa réttindi til þess að nota stjórnkerfið. Aðgangsstýringin stjórnar því einnig hvernig aðgengi að stjórnkerfinu er háttað þ.e. aðgengi að hvaða aðgerðum viðkomandi notandi hefur. Tímatakmörkun (time-out) skal vera á innskráningu, þ.a. gluggi til að skrá notendanafn og lykilorð hverfur af skjánum eftir ákveðin tíma. Eftirfarandi aðgangsstýringar eru notaðar í stjórnkerfinu:

Aðgangsheimild 0 (Sjálfgefinn notandi, gestur):

Aðgangsheimild 0 er alltaf virk, ekki þarf að skrá sig inn á kerfið (gestaaðgangur). Aðgangsheimild 0 gefur viðkomandi einungis heimild til þess að skoða skjámyndir stjórnkerfisins þ.m.t. skjámyndir atburðar- og viðvörunarlista. Engar stjórnskipanir eða breytingar á stilligildum er hægt að framkvæma með þessari heimild.

Aðgangsheimild 1 (Vaktmaður):

Aðgangsheimild 1 inniheldur allar nauðsynlegar heimildir fyrir hefðbundna vöktun stjórnkerfisins ásamt heimild til þess að gefa allar nauðsynlegar stjórnskipanir til tækja vegna daglegs reksturs virkjunarinnar. Þetta á við um stjórnskipanirnar „ræsing“, „stöðvun“ á öllum dælum og „opna“, „loka“ á öllum lokum og rofum. Enn fremur er mögulegt að gefa allar skipanir er varða hefðbundna sjálfvirknistýringu (reglun). Aðgangsheimild 1 gefur ekki heimild til breytinga á stilligildum fyrir

stjórnbúnað. Aðgangsheimild 1 veitir aðgengi að atburðar- og viðvörunarskrám. Aðgangsheimild 1 gefur aðgengi að öllum kerfum virkjunarinnar.

Aðgangsheimild 2 (Stöðvarstjóri):

Aðgangsheimild 2 inniheldur alla möguleika sem aðgangsheimild 1 hefur. Því til viðbótar hefur hún heimild til breytinga á viðvörunarmörkum, heimild til breytinga á stuðlum í reglun ásamt breytingum á mörkum stilligilda og öðrum þeim gildum sem í venjulegum rekstri er ekki þörf á að breyta.

Aðgangsheimild 3 (kerfisstjóri):

Kerfisstjórn fer algjörlega fram í gegnum lénþjóna og þróunarstöðvar og þarf kerfisstjóri að skrá sig inn þar til að breytinga á öllum grunnþáttum stjórnkerfisins s.s. að gera allar nauðsynlegar breytingar og lagfæringar á forriti kerfiráðs og stýrivéla, þ.m.t. breytingar á uppsetningu þeirra. Aðgangsheimild 3 gefur einnig heimild til reglubundins viðhalds stjórnkerfis s.s. viðhalds á gagnagrunni, skjámyndum og forritum. Aðgangsheimild 3 gefur heimild til skrásetningu nýrra notenda stjórnkerfisins

6.7.6 Skjámyndir

Með stjórnkerfinu þurfa að fylgja góðar leiðbeiningar um notkun skjámynda, t.d. útskýringar á skjátáknum (HMI objects) og virkni þeirra. Þessar leiðbeiningar þurfa að tengjast skjámyndunum beint þ.a. hægt sé að velja tákn á skjámynd og fá fram umræddar leiðbeiningar.

Útlit og virkni skjátákna og aðgerðaglugga (faceplates) þarf að vera í góðu samræmi við núverandi stjórnkerfi hjá ON, einkum með það að leiðarljósi að misræmi milli kerfa valdi ekki misskilningi í rekstri og geti þannig skapað hættu.

Einnig þarf að fylgja skjákerfinu yfirlitsmyndir yfir skjátákn með skýringum, hliðstætt og „legend“ fyrir tákn á teikningum.

Loks þurfa að fylgja ítarlegar leiðbeiningar (innbyggð hjálp) með þróunarumhverfinu fyrir gerð skjámynda.

- Sjá einnig fylgiskjal I: Stjórnkerfi - Handbók viðfanga, aðgerðaglugga og skjámynda. Útgáfa 2.0 júní 2007
- Sjá einnig fylgiskjal J: HB-052-005 Hellisheiðarvirkjun, handbók skjákerfis T3000, útgáfa 1.0 jan. 2012

6.8 Strenglagir innanhúss og ofanjarðar fyrir stjórnkerfið

6.8.1 Gerðir strengja

6.8.1.1 Ljósleiðarar

Fjarskipti milli skáparaða innanhúss og milli húsa skulu vera með ljósleiðara, single mode.

Ljósleiðarakerfi fyrir stjórnkerfi, stjórnþækjabrautir og netsamskipti stjórnkerfis á að vera eins aðskilið og kostur er frá öðrum fjarskiptalögnum fyrir skrifstofunet, öryggiskerfi, síma o.þ.h.

Til að tryggja rekstraröryggi eru lagðir tveir aðskildir strengir milli skáparaða, húsa og svæða fyrir búnað sem er tvöfaldur, til að t.d. tvöföld tenging (eða hringtenging) við fjartengd I/Ú verði eftir aðskildum lagnaleiðum, og í sitthvoru rörinu sem ekki liggja nálægt hvort öðru, til að draga úr líkum á að báðar leiðirnar verði fyrir skemmdum í einu (t.d. grafnar í sundur).

6.8.1.2 Merkingakerfi á krosstengisnúrum ljósleiðara í stjórnskápum

Allar krosstengisnúrir sem lagðar eru innan skápa og á milli skápa eru merktar. Það merkingakerfi sem notast er við er svokallað fjarenda merkingakerfi. Það felst í því að merkja hvern tengianda með skápaheiti ef við á, tækjaheiti og tengipunktum fyrir mótendann.

- Sjá nánar „Handbók merkingar krosstengisnúrir ljósleiðara“ sem er viðauki I við HB-052-001 Hellisheiðarvirkjun, Kerfis lýsing stjórnkerfis.

6.9 Prófanir – Verkferlar

Til að tryggja rétta virkni stjórnbúnaðar og búnaðar vinnslurásar er mikilvægt að búnaðurinn sé prófaður á skipulegan hátt og lagfærður (aflúsaður).

Í þessu augnamiði hafa verið þróaðir verkferlar sem byggja m.a. á gagnagrunni (prófunargrunni). Í stórum verkefnum er sérstaklega mikilvægt að fylgja þessu verklagi til að tryggja rétta virkni búnaðar og verklok á réttum tíma.

Fyrirnefndir verkferlar eru uppbyggðir sem þáttur í gæðakerfi og tryggja að allt sé vandlega prófað, niðurstöður prófana skilmerkilega skráðar, verkbeiðnir vegna lagfæringa berist réttum aðilum og því fylgt eftir að lagfæringum sé lokið innan tímamarka og niðurstaða lagfæringa skjalfestar og búnaður endurprófaður. Yfirlit yfir stöðu prófana er ávallt aðgengilegt stjórnendum til að auðvelda stjórnun framkvæmda.

7. Vélbúnaður

7.1 Almennt

Til vélbúnaðar teljast m.a. holutoppar vinnslu- og niðurrenslishola, pípulagnir innanhúss og ofanjarðar, skiljur, hverflar og hjálparkerfi, varmaskiptar, dælur, lokar, þrýstiloftskerfi og sýnatökukerfi. Jafnframt eru stálpallar, gólf og stigar hluti af þessu skjali. Skilgreind mörk holutoppa eru frá efri flans á holuloka í tilviki vinnsluhola og að holuflans í tilviki niðurrenslishola.

Kopar (Cu), silfur (Ag) eða málmblöndur þeirra eru ekki leyfilegar í lögnum og búnaði.

7.1.1 Ástand kerfis

Hönnunarhitastig og þrýstingur er almennt eftirfarandi:

Þrýstiflokkur	Hönnunarþrýstingur [bar _g]	Hönnunarhitastig [°C]
PN10	>1 og 10<	<50
PN16	12,6	194
PN25	19,7	214
Class 600	80	296
Class 900	116,4	323

Við stærðarákvörðun lagna skal hafa í huga eftirfarandi viðmið er varða rennslishraða:

Innihald	Rennslishraði [m/s]
Tvífasavökvi	30
Gufa	30
Óblandað skiljuvatn	1
Annað vatn	2

7.1.2 Eiginþyngd

Eftirfarandi eðlismassar eru notaðir við reikninga:

- Eðlismassi svart stáls er 7850 kg/m³.
- Eðlismassi ryðfrís stáls er 8000 kg/m³.
- Sameiginlegur eðlismassi einangrunar, takkadúks og áklæðningar er 250 kg/m³
- Eðlismassi vatns, þar á meðal skiljuvatns, er 1000 kg/m³ við 20°C fyrir önnur hitastig skal fylgja gufutöflum.
- Eðlismassa gufu skal ákvarða við hönnunarþrýsting og -hitastig hvers þrýstiflokks
- Eðlismassa tvífasavökva skal ákvarða við hönnunarþrýsting og vermi.

7.2 Lagnir ofanjarðar

7.2.1 Almennt

Lagnir og undirstöður eru hannaðar og prófaðar samkvæmt EN 13480 og PED 2014/68/EU. Lagnir eru ekki útteknar af tilkynntum aðila (notified body) eða CE merktar.

Tryggja skal að lagnir séu einhalla og tæmi sig í átt að vatnspottum eða tæmistútum.

Fyrir upphitunar og tæmistúta innanhúss skal hanna lagnir frá þeim út fyrir hús.

Fyrir gaslagnir skal velja stystu leið út úr húsi og hafa vatnslás til að fyrirbyggja að gas geti lekið út úr sjálfvirkjum tæmingum.

Þanar á láréttum lögnum gastæmikerfa eru ekki leyfðir.

Tryggja skal að allar lagnir og búnaður séu varðar fyrir frostskeiðum.

7.2.2 Álagsgreining

Reikna skal álag á pípur og undirstöður vegna eiginþyngdar og hitaþenslu. Viðmiðunarhitastig úr köldu ástandi skal vera 20°C. Að auki skulu lagnakerfi hönnuð með tilliti til, sjá nánar í kafla 4.1.2:

- Vindálags
- Snjóálags
- Jarðskjálftaálags

7.2.3 Þrýstivarnir

- Safnæðastofnar og niðurrennsliðsveita skulu varin fyrir of háum þrýstingi með sprengidiskabúnaði.
- Sprengidiskabúnaður skal vera tvöfaldur með skiptiloka þannig að hægt sé að skipta út rofnum diskum án þess að taka lagnir úr rekstri.
- Rofþrýsting sprengidiska skal ákvarða út frá hönnunarþrýsting og -hitastigi.

7.2.4 Lagnir úr svörtu stáli

- Pípuafni í lögnum með hönnunarhitastig yfir 100°C er samkvæmt EN 10217-2, EN 10217-5 og efnisgæði P235GH, P265GH eða sambærileg.
- Tengistykki eru samkvæmt EN10253-2 af gerð TYPE B og efnisgæði P235GH, P265GH eða sambærileg.
- Flansar í PN þrýstiflokki eru samkvæmt EN 1092, type 11“weld neck“ eða type 05 „blind“, efnisgæði samkvæmt efnishópi 3E0 fyrir DN700 og minni en annars 3E1.
- Flansar í þrýstiflokki Class 600 og Class 900 eru samkvæmt ASME B 16.5, RJF, og efnisgæði ASTM A 105.
- ASME þrýstiflokkar eru notaðir við borholur og holutoppa. Á Hellsheiði og Nesjavöllum í dag eru holur í þrýstiflokki Class 900 og holutoppar sambland af Class 600 og PN100. Allar nýjar holur skal hannaða annað hvort í Class 600 eða Class 900. Til þessa flokks telst eftirfarandi:
 - Flans við höfuðloka og til og með vinnuloka á holutoppi vinnsluhola.
 - Efri hluti holutoppa frá vinnuloka og til og með stjórnlokabúnaði og safnæðar- og hljóðdeyflokum
 - Frá höfuðloka niðurrennslishola og tengingu við lagnir niðurrennsliðsveitu.
- Lagnahlutar og búnaður skulu valdir í viðeigandi þrýstiflokk hverju sinni. Almennt skal vinnuþrýstingur ekki vera hærri en 80% af reiknuðum hámarksþrýstingi. Í þrýstiflokki PN 25 og PN 16 eru td.:
 - Skiljuvatnsaðveita.
 - Safnæðar
 - Safnæðastofnar, að safnæðarloka við skiljustöð
 - Lagnir frá stopplokum safnæðastofna við dreifikistur að gufuskiljum.
 - Skiljuvatnslagnir frá gufuskiljum að þéttivatnsblöndunarstykki.
 - Gufuaðveitur, frá gufuskiljum að inntaksloka vélasamstæðu, gufuútbástur ásamt stjórnlokum og gataplötum.
 - Áspéttigufulagnir að hverflum
- Í þrýstiflokki PN 10 og minna er:
 - Húskerfi
 - Vatnsveita
 - Hitaveita

7.2.5 Ryðfríar lagnir

- Pípuefni í lögnum er samkvæmt EN 10217-7 og efnisgæði 1.4404 (316L) eða sambærileg.
- Tengistykki eru samkvæmt EN 10253-7 af gerð TYPE B og efnisgæði 1.4404 (316L) eða sambærileg
- Flansar eru í þrýstiflokki PN 10 til PN 25 samkvæmt EN 1092, type 11 “weld neck“ eða type 05 „blind“, efnisgæði 1.4404 (316L) eða sambærileg.
- Í þrýstiflokki PN25 og PN16 eru:
 - Upphitunarlagnir og tæmilagnir gufulagna
 - Þéttivatnslagnir frá vélasölum að tengingu við niðurgrafna plastlögn, lagnir við stjórnloka í gufulokahúsi og íblöndunarstykki.
 - Þéttivatnslagnir frá vatnspottum og rakaskiljum í gufuaðveitu. Skipting yfir í ryðfrítt er við stopploka við vatnspott eða skilju.
- Í þrýstiflokki PN 10 eru:
 - Kælivatnslagnir og kaldavatnslagnir
 - Lagnir frá áspétti hverfla
 - Gaslagnir. Lágmarks hönnunarþrýstingur 1 bar yfir
 - Stýri loftslagnir
- Lagnir sem gætu innihaldið gasmettað þéttivatn skulu halla til að ekki standi sýruvatn í þeim. Af sömu ástæðu skal ekki nota lárétta stálþana.
- Gaslagnir eru einfaldar.
- Skynjaralagnir eru háþrýstilagnir 10 mm í þvermál og 1 mm að þykkt, tryggja þarf að ekki geti frosið í lögnum.

7.2.6 Einangrun og áklæðning

- Áklæðning skal vera úr sýrupolnu áli, AlMg3 eða sambærilegu.
- Yfirborð áklæðningar innandyra skal vera ólitað og slétt. Fyrir lagnir DN 200 og minni er yfirborð hamrað.
- Áklæðning lagna utanhúss skal vera slétt og lituð.
- Þykkt áklæðningar skal almennt vera 1 mm en 2 mm í hlífum og þeim hlutum sem hægt er að losa frá.
- Þykkt einangrunar er háð þvermáli, þrýstifalli og hitastigi og er á bilinu 20 -100 mm.
- Áklæðning mjókkar að flansi í hæfilegri fjarlægð svo hægt sé að fjarlægja bolta án þess að fjarlægja klæðningu.
- Beygjur skal einangra að hluta með einangrunarstöfum, rúmpyngd 150 kg/m³, sem styðja við áklæðningu.
- Loka á aðveitulögnum gufuveitu sem eru stærri en DN 250 og standa utanhúss skal einangra og klæða.
- Kaldar lagnir innanhúss, yfirfallslagnir og lagnir í stokkum þar sem ekki er sett áklæðning skulu klæddar með rakavarnardúk yfir einangrun og skal þá einangrunin bundin með stálböndum.
- Klæða skal yfir alla smærri loka á aðveitulögnum s.s. tæmil- og sýnatökustúta

7.2.7 Stærðir

Almennt skulu stærðir lagna vera í algengum og auðfengnum stærðum. Forðast skal lagnir sem falla á milli almennra stærða eins og t.d. DN650, DN750 og 850 o.s.frv.

7.2.8 Gerðir pípa og tengistykkja

- Pípur sem soðnar eru saman með langsaum eru ekki leyfðar.

- Beygjur skulu almennt vera radíus 5D. Ekki er leyfilegt að nota samsettar beygjur úr pípúbútum („Mitre“)
- Grein Té-stykkja skal vera dregin en ekki soðin.

7.2.9 Undirstöður

- Undirstöður fyrir pípulagnir eru af hefðbundinni gerð, stálsleði soðinn beint á pípulögn og neðri hluti stálundirstöðu steypur inn í for- eða staðsteypu undirstöðuklossa. Þar sem því verður viðkomandi eru undirstöður steypar inn í undirstöður annarra mannvirkja svo sem gólfplötur gufulokahúsa.
- Undirstöður á pípum skulu vera með reglulegu millibili. Festur skulu hannaðar þannig að þær standist pípúbrot.
- Undirstöður eru heitsinkhúðaðar og málaðar. Yfirborðsmeðhöndlun uppfyllir tæringarflokk C5-I HIGH samkvæmt EN 12944. Litur stálundirstaða utandyra skal vera RAL 7009 en litur sértækra undirstaða innanhúss skal vera RAL7040.
- Fyrir lagnir DN 500 og minni er núningsstuðull milli sleða og undirstöðu (stál/stál) skilgreindur sem 0,3 samkvæmt staðli EN 13480
- Fyrir stærri lagnir er reiknað með teflon legum við undirstöðuöxul. Núningsstuðull í lengdarstefnu er 0,1 en 0,15 í hliðarstefnu.

7.2.10 Stútar

Almennt skal koma fyrir lofttæmistútum á vatnslögnum í hápunktum og tæmistútum í lágpunktum á vatnslögnum. Vatnspottar með tæmistútum skulu staðsettir í lágpunktum gufulagna.

- Frágangur á öllum stútum skal vera þannig að op gats á pípu/belg hafi ekki minna þvermál en innra þvermál stúts.
- Tryggja skal að stútar nái nógu langt út fyrir einangrun þannig að áfastir lokar standi fyrir utan einangrun.
- Séu göt boruð skal snara úr beggja megin og tryggja að engar gráður séu á brúnum gata. Sé gat logskorið skal slípa gjall af brúnum gata beggja megin.
- Stútum skal þannig komið fyrir að miðlína stúts vísi inn að miðju pípu/belgs. Ávallt skal vera beinn leggur að loka eða flansi sem kemur á enda stúts.
- Þar sem þörf er á skal setja styrktarkraga með stút á pípu/belg. Á styrktarkraga skal bora tvö göt til að hleypa raka út.
- Almennt skulu stútar vera af eftirfarandi stærð:

Stútar	Stærð [DN]
Kæfistútur á holutoppum	50
Þrýstimæling	20
Hitamæling	20
Afkastamæling	20
Sýnatökustútar	20
Lofttæmistútar	15
Tæmistútar	50
Útfellingastútur	50

7.2.11 Þéttingar

- Þéttingar fyrir RF (raised face) flansa skulu ávallt vera spíral ofnar, ryðfríar 316 og með innri hring.

- Þéttihringir fyrir RJ (ring joint) flansa skulu vera úr efni S316 samkvæmt ASME B16.20.

7.2.12 Boltar og rær

- Stálboltar og rær skulu vera að formi til samkvæmt ÍST EN ISO 4014 og ÍST EN ISO 4032
- Efnisgæði og styrkleikaflokkur bolta og snittteina úr svörtu stáli skulu vera 8.8, skv. ÍST EN ISO 898-1 og efnisgæði og styrkleikaflokkur samsvarandi róa skulu vera 8, skv. ÍST EN ISO 898-2.
- Efnisgæði og styrkleikaflokkur ryðfrírra stálbolta skulu vera A4-80 og A4 í samsvarandi róm samkvæmt ÍST EN ISO 3506.
- Umframlengd bolta fram úr ró skal vera að lágmarki 2 gengjur og að hámarki 4 gengjur.

7.2.13 Yfirborðsmeðhöndlun

- Pípuhlutar, lokar og flansar utanhúss úr svörtu stáli sem standa út undan einangrun eru sandblásnir, sprautuálhúðaðir og málaðir með álbronsi.
- Allar ryðfríar lagnir og suður eru sýruhreinsaðar að utan og innan.
- Ryðfríar lagnir í jörðu eru varðar sérstaklega þar sem þær koma upp á yfirborð, t.d. með tjöruborða/krumpborða.

7.3 Lagnir neðanjarðar

7.3.1 Almennt

Lagnir neðanjarðar skal hanna í samræmi við gildandi ÍST EN staðlar ásamt íslenskum þjóðarviðaukum sem eiga við þá staðla. Einnig skal uppfylla kröfur sem gildandi byggingarreglugerð 112/2012 gerir til hönnunar á lögnum.

Almennt skal tryggja að lagnir séu einhalla og tæmi sig í átt að tæmistútum.

Lagnir neðanjarðar eru ýmist þrýstlagnir eða sjálfstreymislagnir.

7.3.2 Hönnunarforsendur rennslis, þrýstings og efnisvals.

Lagnir í jörð eru almennt tengdar lagnakerfum sem tengjast framleiðslu virkjunarinnar eða húskerfum.

7.3.2.1 Lagnir tengdar lagnakerfum er tengjast framleiðslu virkjunar.

Meðal lagna sem hér um ræðir eru kaldavatnslagnir vegna framleiðslu, kælivatnslagnir, þéttivatnslagnir, skiljuvatnslagnir, gufulagnir, gaslagnir, stýriloftlagnir, heitavatnslagnir (Hverahlíðaræð), niðurrennslistlagnir, frárennslis- og slef- og blæðilagnir frá búnaði, ídráttarpípur. Lagnir í jörð eru oftast hluti af mun stærra kerfi og er vísað í viðkomandi hönnunarforsendur fyrir hvert kerfi fyrir sig.

7.3.2.2 Lagnir tengdar húskerfum.

Hér er um að ræða lagnir sem tengjast rekstri mannvirkjanna sjálfra. Meðal lagna sem hér um ræðir eru kaldavatnslagnir vegna neysluvatns og slökkvivatns, hitaveitulagnir vegna upphitunar, skolplagnir, frárennslislagnir plana, þaka og bygginga. Tryggja skal að lagnir húskerfa séu aldrei beintengdar lögnum sem tengjast framleiðslukerfi virkjunar. Ákvörðun um hönnunarforsendur þessara lagna tengjast yfirleitt hverju mannvirki fyrir sig, fjölda starfsfólks, rekstri o.þ.h. og verða ekki tíundaðar hér.

Meðal almennra hönnunarforsenda sem tengjast frárennsliskerfum má nefna:

- Sólarhringsúrkoma samkvæmt niðurstöðum frá Veðurstofu Íslands.
- Miðað við 100 mm sólarhringsúrkomu má áætla að mesta 10 mínútna úrkoma jafngildi um 168 l/s/ha miðað við 25 ára endurkomutíma og um 83 l/s/ha miðað við 1 árs endurkomutíma.
- Hönnun á hreinsivirkni olíuskilja fyrir plön og bílastæði almennt miðast við að í 95% af tímanum verði hreinsivirkni olíuskilja skv. flokki I (5 mg/l) miðað við mestu árlegu aftakaúrkomu.
- Hönnun á hreinsivirkni olíuskilja fyrir plön við áhaldahús miðast við að hreinsivirkni olíuskilja skv. flokki I (5 mg/l) miðað við mestu árlegu aftakaúrkomu.

- Hönnun á hreinsivirkni olíuskilja á afrennsli frá húsum (gólfplötum) þar sem hættu er á olíuleka miðast við hreinsivirkni olíuskilja skv. flokki I (5 mg/l) miðað við mesta gegnumstreymi sem búast má við frá húsunum á rekstrartíma.

7.3.3 Álagsgreining

Reikna skal álag á pípur vegna eiginþyngdar og hitaþenslu. Viðmiðunarhitastig úr köldu ástandi skal vera 10°C. Að auki skulu lagnakerfi hönnuð með tilliti til:

- Álags frá jarðvegi
- Snjóálags
- Umferðarálag á yfirborði

7.3.4 Lagnaefni og líftími

Við val og hönnun á lögnum og lagnaefni í lagnir neðanjarðar skal taka tillit til hagkvæmni, reynslu, rekstrarhita og hámarkshita, rekstraþrýstings og hámarksþrýstings, tæringarhættu vökva og jarðvegs, álags frá jarðvegi og annars ytra álags. Líftími lagna skal að jafnaði miðast við a.m.k. 50 ár.

7.3.5 Varmáþenslur

Spennur og færslur vegna varmaþensla skulu reiknaðar út í samræmi við gildandi hönnunarstaðla og handbækur framleiðenda fyrir viðkomandi pípuefni. Færslur eru teknar upp í þenslubeygjum og/eða með upphitunarpönum. Þanar sem byggja á færslum eða hreyfingu á rekstrartíma eru ekki notaðir. Færslur á lögnum í jörðu teknar upp með „svamp“ plötum.

7.3.6 Þrýstivarnir

Vísað er í kafla 7.2.3. varðandi þrýstivarnir pípna.

7.3.7 Jarðvinnusnið lagna í jörð.

Hönnun á jarðvinnusniði lagna, fjarlægð á milli lagna og fyrirkomulag ræðst af þvermáli, lagnagerðum, hitastigi lagna og samsetningu lagna í skurði.

- Almennt skal miðað við að þykkt sandlags utan á lögnum að óhreyfðu/uppgrofnu efni sé minnst 200 mm. Kröfur til lagnasands er mismunandi eftir stærð og gerð lagna.
- Dýpt niður á lagnir ræðst að þvermáli lagna og umferðarálagi á yfirborði.
- Frostfrí dýpt frá jarðvegsyfirborði niður á yfirborð lagna er 1,2 m.

7.3.8 Lagnir úr mismunandi lagnaefnum

Lagnir í jörðu eru af mörgum gerðum, úr mismunandi efni og ætlað mismunandi hlutverk. Hér á eftir er gerð grein fyrir helstu lagnagerðum og lagnaefnum sem komið hafa við sögu vegna Hellsisheiðarvirkjunar. Ekki er um tæmandi lista að ræða.

7.3.8.1 Lagnir úr svörtu stáli

Lagnir úr svörtu stáli eru ýmist foreinangraðar í plastkápu eða varðar að innan og utan gegn tæringu með málningu, plasthúð eða sementshúð.

- Staðlaðar foreinangraðar stálpípur og tengistykki í plastkápu (hitaveitulagnir) eru samkvæmt EN 253, EN 448 og EN 488.
- Staðlaðar plasthúðaðar stálpípur með sementshúð eru samkvæmt ISO 21809.
- Sérframleiddar foreinangraðar stálpípur og tengistykki fyrir háan hita (210 °C), upphitunarlögn yfirfalls við skiljustöð 4, eru frá Logstor, kerfi HT3, max 250°C series.
- Aðrar stállagnir og tengistykki, sjá kafla 7.2.4. 7.2.5.

7.3.8.2 Lagnir úr ryðfríu stáli

Lagnir eru ýmist óvarðar, foreinangraðar í plastkápu, eða varðar með málningu eða öðrum yfirborðsefnum að utan.

- Ryðfríar lagnir í jörðu sjá kafla 7.2.5.

7.3.8.3 Lagnir úr steypujárni (ductile)

Lagnir úr steypujárni eru notaðar í stærri vatnsveitulagnir og frárennislagnir.

- Steypujárnslagnir í stærri kaldavatnsveitulagnir eru sementshúðaðar að innan og sinkhúðaðar og bikhúðaðar að utan, framleiddar skv. EN 545. Lagnir eru ýmist með lausum múffutengingum eða með læstum tengingum sem taka upp áskrafta.
- Þrýstingslausar frárennislagnir innan sökklar bygginga eru úr steypujárni til notkunar í jörðu og samkvæmt DIN 19522. Þær eru settar saman með viðeigandi klemmum úr ryðfríu stáli.

7.3.8.4 Lagnir úr þykkveggja PP pípum

Lagnir úr þykkveggja PP plastpípum eru notaðar í þrýstingslausar frárennislagnir utan sökklar.

- Þykkveggja PP plastlagnir eru skv. EN13476. Samsetningar lagna eru múffutengingar, þéttar með gúmmíhring. Lagnir eru sérstaklega ætlaðar til lagningu við lágt hitastig (kristalsmerktar). Lagnir skulu hafa skammtíma hitapól 90°.

7.3.8.5 Lagnir úr PVC plasti

Lagnir úr PVC plastpípum eru almennt ekki notaðar, en eru einhverjum tilvikum notaðar í þrýstingslausar frárennislagnir utan sökklar þar sem kröfur til laganefnis eru litlar eins og frárennsli frá borkjöllum og þróm við vatnspotta.

- PVC plastlagnir eru skv. EN13476. Samsetningar lagna eru múffutengingar, þéttar með gúmmíhring.

7.3.8.6 Lagnir úr Weholite PE pípum

Lagnir úr Weholite PE plastpípum eru notaðar í stórar þrýstingslausar frárennislagnir utan sökklar, m.a. yfirfallslögn frá kaldavatnsgeymi.

- Pípur og tengistykki eru af gerðinni Weholite PE framleidd í samræmi við EN13476. Miðað er við að hringstífleiki pípna sé a.m.k. "SN4" (kN/m²).°.

7.3.8.7 Lagnir úr PE plasti

Lagnir úr PE-plasti eru notaðar í þrýstilagnir þar sem rekstrarhiti, hámarkshiti og þrýstingur eru innan hönnunarmarkar. Notaðar í, vatnsveitulagnir, kælivatnslagnir, gaslagnir, þéttivatnslagnir og stýriloftslagnir þar sem hitastig er lægra en 40 °C. Einnig notaðar í þrýstingslausar frárennislagnir, siturlagnir og ídráttarpípur.

- Plastpípur og tengistykki eru PE 100 plastlagnir skv. EN 12201. Þykktarflokkur pípna ræðst af innri og ytri þrýstingi og hitastigi vökva.
- Lagnaefni stýriloftslagna er ÁI-PEX eða plast-PEX PN10 með súrefnisvörn ætlað til lagningar í jörð.

7.3.8.8 Lagnir úr PP plasti

Lagnir úr PP-plasti eru notaðar í þrýstilagnir þar sem rekstrarhiti, hámarkshiti og þrýstingur eru innan hönnunarmarkar. Notaðar í frárennislagnir skiljuvatns/þéttivatns, kælivatnslagnir og gaslagnir þar sem hitastig er að jafnaði lægra en 65 °C. Einnig notaðar í þrýstingslausar frárennislagnir.

- Plastpípur og tengistykki eru PE 80 plastlagnir skv. EN 12201. Þykktarflokkur pípna ræðst af innri og ytri þrýstingi og hitastigi vökva.

7.3.8.9 Lagnir úr GRP plasti

Lagnir úr GRP-plasti eru notaðar í stærri þrýstilagnir þar sem rekstrarhiti, hámarkshiti og þrýstingur eru innan hönnunarmarkar. Notaðar í kælivatnslagnir kæliturna og frárennislagnir skiljuvatns/þéttivatns. Lagnir almennt settar saman með læstum múffum.

- Pípur og tengistykki eru skv. AWWA M-45 og AWWA C950. Stífleikaflokkur og efnasamsetning pípna ræðst af innri og ytri þrýstingi og hitastigi vökva.

-

7.4 Snjóbræðslukerfi

7.4.1 Almennt

Um tvennskona snjóbræðslukerfi getur verið að ræða, annarsvegar snjóbræðslukerfi með 33 % ethylen glycolblöndu sem er hluti af almenna hitakerfi hússins, og hinsvegar snjóbræðslukerfi sem notar vatn sem tekið er út úr hringrásarkerfi eimsvala og kæliturna og keyrt er í gegnum varmaskipti og skilað inn á sömu hringrás aftur. Á hinni hlið varmaskiptisins er vatn með 33 % ethylen glycolblöndu sem hringrásað er um skilgreind svæði og plön á svæði virkjunar.

- Hámarkshitastig framrásar skal vera 40°C

7.4.2 Efnisval

- Stofnlagnir innanhúss skulu vera úr efni P235GH samkvæmt EN 10217-1
- Öll tengistykki fyrir stálpípur DN 40 og minni skulu vera úr svörtu stáli samkvæmt IST EN 10242. Tengistykki fyrir lagnir DN 50 og stærri skal sjóða við pípulögnina og skulu þau vera samkvæmt EN 10253-4 með efnisgæði P235GH.
- Pípur í snjóbræðslulaufum skulu vera hitapolnar plastpípur PP-R DN25, PN 16.
- Pípurarnar þurfa að þola a.m.k. 4 bar innri þrýsting við 60°C miðað við 50 ára endingartíma.
- Hitalagnir skulu einangraðar með steinullarhólkum af viðurkenndri gerð.
- Ysta lag einangrunar skal vera plastkápa úr PVC með tilbúnum tengistykkjum, sem gefur leiðslum slétt og áferðarfallegt yfirborð.

7.5 Sýnatökukerfi

7.5.1 Almennt

Tryggja skal að við hönnun sé gert ráð fyrir stútum vegna sýnatöku. Gott og óhindrað aðgengi að slíkum stútum skal haft að leiðarljósi við hönnun á stútum þessum.

7.5.2 Vinnsluholur og safnæðar

- Topploki til mælinga á holutoppum skal vera 3" (DN100) að stærð.
- Á holutoppum eftir vinnuloka eru settir tveir láréttir DN20 stútar fyrir holutoppþrýsting og ferilefnaþrýsting.
- Láréttur sýnatökustútur fyrir aðalefni og þungmálma skal vera á lögn frá holuum 1 m frá húsi.
- Á safnæð frá hverri vinnsluholu eru settir upp þrjú stútar til sýnatöku. Tveir DN20 sem vísa báðir upp og skal annar þeirra ná niður undir botn pípu og einn DN25 stútur sem vísar niður. Þessir stútar eiga að vera um 40 m frá holutppi eftir eina beygju og loka.
- Sama uppsetning á jafnframt að vera á lögn út í hljóðdeyfi,

7.5.3 Gufuskiljur og gufuaðveita

Á gufuaðveitulögnum frá hverri skilju í skiljustöðvum skal staðsetja sýnatökustút. Í skiljustöðvum skal koma fyrir sýnatökugrind og kælispirakerfi fyrir gufu frá sýnatökustútum. Aðgengi þarf að vera að köldu vatni fyrir kælispiralinn. Stútar skulu ná inn í lögnina.

7.5.4 Niðurrennsli sveita

Á stofnlögnum að niðurrennsli svæðum skal koma fyrir sýnatökustútum. Sé skiljuvatn blandað þéttivatni skal koma fyrir stútum fyrir og eftir blöndun.

- Sýnatökustútum (DN20) og útfellingaplötustútum (DN40) skal komið fyrir á sitthvorum enda niðurrennsli sveitu og á eins kílómetra fresti þar á milli.
- Ef skiljuvatn er blandað með þéttivatni eða lásvatni skal koma fyrir sýnatökustútum bæði fyrir og eftir blöndun. Tryggja þarf að fullri blöndun sé náð fyrir staðsetningu sýnatökustúts eftir blöndun.
- Sýnatökustútur (DN20) á þéttivatni fyrir blöndun.

7.5.5 Kaldavatnsholur

Kaldavatnsholur sem eru með föstum dælum skulu vera með sýnatökustútum á lögnum frá holu:

- Stútur fyrir útfellingaplötur að stærð DN40
- Stút til sýnatöku í stærðinni DN20

7.5.6 Vélasalur

Í vélasal hveðrar vélar skal koma upp sýnatökuaðstöðu með vask þar sem lagnir frá eftirfarandi stútum skal tengja að:

- Stútur fyrir gufusöfnun skulu staðsettir á aðalgufulögn. Stúturinn skal ná 5 cm inn í lögnina til að koma í veg fyrir að þétting af pípuveggjum blandist í gufusýnið. Lögn skal greinast í tvennt og skal önnur lögnin leidd beint í einangruðu röri að sýnatökuaðstöðu en hin skal fara fyrst í sýnatökukæli. Þessi stútur er einnig notaður fyrir meðburðarmælingu.
- Stútur á þéttivatni eftir eimsvala
- Stútur á þéttivatni eftir afloftara
- Stútur á þéttivatni úr safngeymi, gera þarf ráð fyrir dælu ef þrýstingur undir safngeymi er ekki nægur til að koma vatni að sýnatökuaðstöðu.
- Stútur á hringrásarvatni að eimsvala, lögn frá þessum stút tengist í pH mæli sem vaktar sýrustig á hringrásarvatni

Tryggja þarf að frárennsli frá sýnatökuaðstöðu sé gott og að vatn, gas og gufa mengi ekki vinnuaðstöðu. Allir lagnir eiga að vera 10 mm og efni 316L og stútar við sýnatökuvask eiga að vera hraðtengi.

Einnig skal koma fyrir eftirfarandi stútum og skal tryggja að þeir séu lagðir í vinnuhæð. Þessir stútar skulu að öllu jöfnu vera lokaðir með tappa sem þarf að skrúfa af við sýnatöku.

- Stútur á sameiginlegu gasi frá lofttæmidælum.
- Stútur á gasi frá hverri lofttæmidælu.
- Stútur á gasi frá áspéttikerfi.
- Stútur á þéttivatni frá áspéttikerfi.

7.5.7 Varmastöð

Koma skal upp miðlægri sýnatökuaðstöðu í varmastöð með vaski þar sem lagnir frá eftirfarandi stútum skal tengja að. Allar lagnir eiga að vera 10 mm og efni 316L. Allt vatn þarf að fara í gegnum sýnatökukæli og skal vera sitthvor kælinn fyrir skiljuvatn annars vegar og allt annað vatn hins vegar:

- Stútur fyrir skiljuvatn að varmaskiptum
- Stútur fyrir skiljuvatn frá varmaskiptum
- Stútur fyrir forhitað vatn að varmaskiptum
- Stútur fyrir heitt vatn frá varmaskiptum
- Stútur fyrir framleiðsluvatn eftir afloftara og gufuinnspítingu
- Mælingar á framleiðsluvatni, pH, súrefni (bæði sísmæling og handmæling) og H₂S. Endi á stút þarf að vísa upp.

Tryggja þarf að frárennsli frá sýnatökuaðstöðu sé gott og að vatn, gas og gufa mengi ekki vinnuaðstöðu. Allir stútar við sýnatökuvask eiga að vera hraðtengi. Framleiðsluvatsstútur þarf þó bæði að vera hraðtengi og stútur sem vísar upp.

- Stútar fyrir útfellingaplötur í skiljuvatni fyrir, eftir og á milli varmaskipta. Stærð DN40
- Stútur fyrir sýnatöku á skiljuvatni fyrir og eftir varmaskipta DN20
- Stútar fyrir útfellingaplötur í framleiðsluvatn út úr húsi. Stærð DN40

7.5.8 Lofthreinsistöð

- Sýnatökubúnaði skal komið fyrir utan rými og lokar á sýnatökustútum skulu vera fjarstýrðir
- Sýnatökustútur skal vera á gaslögn að lofthreinsistöð.

7.6 Skiljur og demparar

7.6.1 Almenn

Skiljur og önnur þrýstihylki skulu hönnuð samkvæmt EN-13445 og PED 2014/68/EU. Hönnun skal úttekin og vottuð af þar til bærum tilkynntum aðila (notified body).

7.7 Dælur

7.7.1 Almenn

Efnisgæði dælna skal skoðast hverju sinni en almennt er miðað við að:

- Hús og innvols skiljuvatnsdælna sé úr svörtu stáli
- Hús og innvols þéttivatnsdælna sé úr ryðfríu stáli

7.8 Lokar

Gerð og efnisgæði loka skal skoðast hverju sinni en eftirfarandi eru grunn- og lágmarkskröfur til loka:

7.8.1 Höfuðlokar

- Höfuðlokar á holutoppum skulu vera af gerðinni „Expanding Gate“ og „Full Bore“.
- Efnisgæði spindils skulu vera að lágmarki 17-4PH
- Yfirborð lokasæta skulu húðuð með „Stellite 6HF“

7.8.2 Rennilokar

- Rennilokar á aðveitulögnum skulu vera af gerðinni „Flexible Wedge“
- Efnisgæði spindils skulu vera að lágmarki 1.4021
- Yfirborð lokasæta skulu húðuð með „Stellite 6HF“
- Rennilokar skulu hafa svokallað „back seat“ svo hægt sé skipta um þétti á spindli í rekstri
- Rennilokar DN250 (10“) og stærri skulu hafa rafmagnsdrif og ef lokar eru innandyra skal leggja að þeim raflagnir.

7.8.3 Aðrir lokar

- Kúlulokar minni en DN80 skulu vera samsettir og í þremur hlutum
- Einstefnulokar skulu vera af gerðinni „tilting disc“ og útbúnir með gormi
- Spjaldlokar skulu vera af „lug“ gerð og með gírdrifi
- Lokahús loka úr svörtu stáli skal hafa efnisgæði að lágmarki 1.0619
- Lokahús loka úr ryðfríu stáli skal hafa efnisgæði að lágmarki 1.4408
- Innvols í lokum skal hafa efnisgæði að lágmarki 1.4401
- Þrýstiflokkur er að lágmarki PN16 fyrir gufuveitu. Í öðrum kerfum fylgja lokar þrýstiflokki lagna.

7.9 Pallar og stigar

7.9.1 Almennt

Stálgólf og pallar sem settir eru upp í vélasölum, tækjarymum og gufuveitu skulu uppfylla kröfur í staðli EN ISO 14122 og reglur Vinnueftirlitsins. Pöllum skal komið fyrir á hverjum þeim stað þar sem gott aðgengi vegna reksturs er krafist og að hægt sé að sinna því frá pöllum.

7.9.2 Hönnun

- Hönnunarálag stálgólfa í gólfhæð vélasala er 5,0 kN/m² þar sem líklegt er að þyngri hlutir verði lagðir niður
- Hönnunarálag palla er 2,5 kN/m² þar sem miðað er við gönguálag
- Allir stigar skulu vera hallandi með halla 45° nema þar sem því verður ekki komið við. Aðrar útfærslur eru háðar samþykki verkkaupa
- Handrið skulu fest við pall með boltum þannig hægt sé að fjarlægja þau á auðveldan hátt

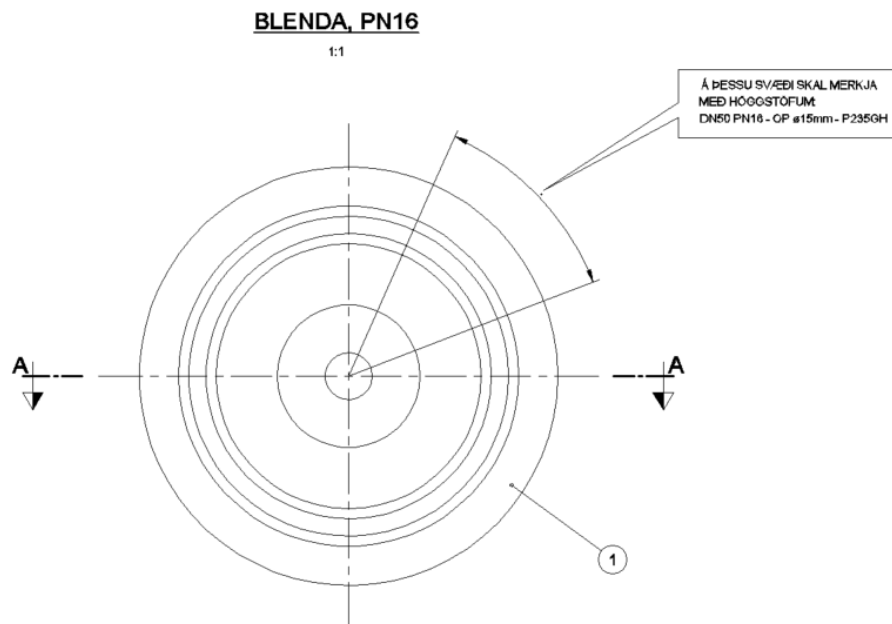
7.9.3 Yfirborðsmeðhöndlun

- Stálgólf og pallar sem standa utanhúss og í óeinangruðum rýmum eru heitsinkhúðaðir og málaðir. Sinkhúð er að lágmarki 90 µm og að hámarki 200 µm þykk. Málningarkerfi uppfyllir tæringarflokk C5-I High samkvæmt EN 12944 og verður að standast viðloðunarpróf samkvæmt EN ISO 2409:2007 flokki 0.
- Stálgólf og pallar sem standa innanhúss eru málaðir samkvæmt málningarkerfi sem að lágmarki uppfyllir tæringarflokk C3 HIGH samkvæmt EN ISO 12944-5 og verður að standast viðloðunarpróf samkvæmt EN ISO 2409:2007 flokki 0

7.10 Annað

7.10.1 Blendur og millihringir

Tryggja skal að á blendum séu merkingar sem sýna stærð gats og hvað þrýstiflokk þær tilheyra. Blendur, millihringir skal merkja með höggstöfum sjá mynd hér að neðan. Þéttifletir blendna og millihringja skulu útfærðir á þann hátt að þeir passi á mótí þéttiflötum flansa.



Mynd 3. Merking millihringja og blenda, dæmi

7.10.2 Gasskynjarar

Gasskynjarar eru settir upp í gryfjum og á valda staði í vélarsölum þar sem gas hefur safnað saman í lagnir. Gasskynjarar eru settir upp í vélasölum hverfla og í lofthreinsistöð. Ennfremur eru skynjarar í mannvistarhluta virkjunarinnar og í loftinntaki. Skynjararnir eru staðsettir í loftinntaki á 4. hæð miðbyggingar og loftræstigangi áður en loft er tekið inn á inntaksblásara vélasala. Í matsal á 3. hæð norðurálmú miðbyggingar og í kynningarhluta miðbyggingar eru einnig skynjarar. H₂S viðvörunarstöðvar skulu vera gerðar fyrir minnst fjóra skynjara. Mælisvið skynjaranna skal vera frá 0-25ppm. Viðvörunarstöðin er með analog útgangi 4-20 mA og tengist við stjórnölvu kerfiráðs og skjámyndakerfi stjórnstöðvar. Stöðin gefur lággilds viðvörun (H) ef styrkur brennisteinsvetnis fer yfir 1 ppm og hágildisviðvörun (HH) ef styrkurinn fer yfir 10 ppm (14 mg/m³). Hægt er að breyta viðvörunargildum á stöðvunum. Ennfremur skal við HH viðvörun viðvörunarbjalla hringja og gaumljós skulu kveikt.

Ástand viðvörunarstöðva og skynjara sem tengjast þeim er vaktað í skjákerfi virkjananna. Hver stöð hefur að lágmarki eftirfarandi merki til reiðu á spennufríum snertum í hverri viðvörunarstöð:

- Merki um bilun stöðvarinnar eða skynjara sem tengjast henni
- Lággildisviðvörun (H) allra skynjara sem tengjast stöðinni (eitt merki fyrir hvern skynjara)
- Hággildisviðvörun (HH) allra skynjara sem tengjast stöðinni (eitt merki fyrir hvern skynjara)

8. Viðaukar og fylgigögn

- A. Stig 1 – ÖH gátlisti fyrir hönnuði.
- B. FH-052-011, staðlar varðandi stjórnþúnað í virkjunum ON
- C. FH-052-012, jarðskjálftakröfur í Hellisheiðarvirkjun. Seismic activity at Hellisheiðarvirkjun. (Sjá einnig almennar hönnunarforsendur ON)
- D. FH-052-013, teikningar – Verkferlar (Sjá almennar hönnunarforsendur ON)
- E. HB-052-001 Hellisheiðarvirkjun, Kerfislýsing stjórnkerfis. Útgáfa 3.1. dags. Nóv. 2011
- F. HB-052-004 Hellisheiðarvirkjun, Kerfislýsing SPPA-T3000 stjórnkerfis véla 5 og 6. Útgáfa 1.0 sept. 2011
- G. Hellisheiðarvirkjun – Stjórnkerfi - Handbók viðfanga, aðgerðaglugga og skjámynda. Útgáfa 2.0 júní 2007
- H. HB-052-005 Hellisheiðarvirkjun, handbók skjákerfis T3000, útgáfa 1.0 jan. 2012
- I. HH-I05 Control System – ProfiBus Problem report dags. 01.02.2007“
- J. 510-2776-ProfiBus frágangur, dags. 26.02.2007
- K. SK-050-001 Minnisblað. Stjórn- og rafkerfi. Áhrif eldingar 11. Apríl
- L. SK-050-002 Greinargerð - mat á áhrifum eldinga og líkur á niðurslætti