



Rafbók



Háspennukerfið

Kafli 2 Raforkuver

RAM 702 Kennsluhefti



Háspennukerfið

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

www.rafbok.is

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang án endurgjalds að rafbókinni.

Forsíðu mynd er fengin af heimasíðu Landsnets

Höfundur er Einar H. Ágústsson

Umbrot: Ísleifur Árni Jakobsson

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til Ísleifs Árna Jakobssonar á netfangið iaj@rafis.is

Háspennukerfið

Efnisyfirlit

2 Ráforkuver	4
2.1 Vatnsaflsstöðvar	4
Afl vélasamstæðu	4
Vatnsmiðlun	5
Vatnshverflar	8
Yfirþrýstihverflar	8
Bunhverflar	8
Francishverflar	9
Peltonhverflar	10
Kaplanhverflill	10
Vélasamstæður	11
Rafalar	12
Annar búnaður	19
Vatnsaflsstöðvar	21
2.2 Jarðgufuafllstöðvar	24
2.3 Spurningar:	28
Spurningar úr kafla 2.1	28
Spurningar úr kafla 2.2	30

2 Raforkuver

2.1 Vatnsaflsstöðvar.

Afl vélasamstæðu

Raforkuframleiðsla í virkjunum byggist á vatnsmagni og fallhæð og setja má fram líkingu fyrir grunnafli:

$$Pg = V \cdot r \cdot g \cdot \Delta Z$$

Það vatnsmagn sem streymir í gegnum vatnshverfil í virkjun er mælt í rúmmetrum á sekúndu, táknað með V í líkingunni, massinn í kílógrömmum er táknaður með r og þyngdarhröðun ($9,82 \text{ m/s}^2$) með g .

Þar sem kraftur er massi sinnum hröðun verður þyngdarkrafturinn í einum rúmmetra vatns þá:

$$F = V \cdot r \cdot g = 1 \cdot 1000 \cdot 9,82 = 9.820 \text{ [newton]}$$

Með fallhæðinni ΔZ ($Z1 - Z2$) fæst vinna á sek. sem er jafnt og margfeldi krafts og fallhæðar. Eins og við vitum er vinna á sek. sama og afkastageta eða afl og ef krafturinn er í newton og fallhæðin í metrum verður aflið í newtonmetrum á sek. eða wöttum.

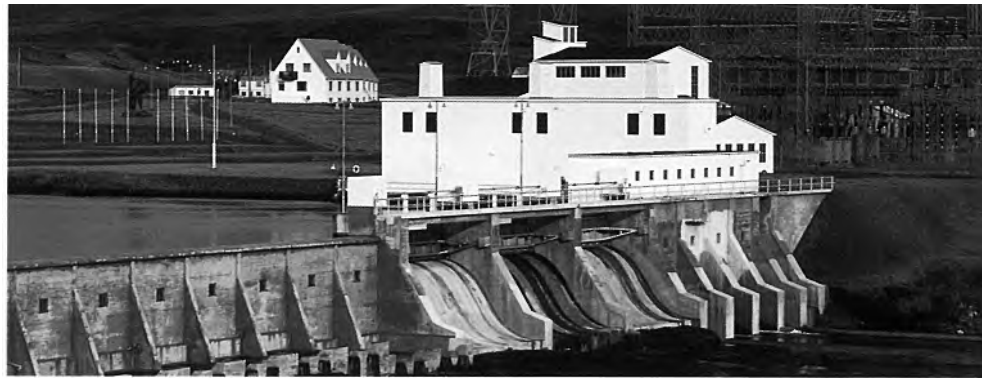
Grunnafl eins rúmmetra vatns sem fellur einn metra verður:

$$Pg = 1 \cdot 1000 \cdot 9,82 \cdot 1 = 9820W \text{ eða } 9,82kW$$

Háspennukerfið

Grunnaflið er tilfært afl (P_{inn}) til vélasamstæðunnar sem er samsett úr tveimur vélum þ.e. vatnshverfli og riðstraumsrafala. Aflið breytist úr hreyfiafli í rafmagnsafl í samstæðunni og gera má ráð fyrir að meðalnýtni tiltölulega nýrra véla sé 90% og eldri véla 82%. Aflið sem samstæðan gefur af sér miðað við einn rúmmetra vatns og eins metra fallhæð verður því u.þ.b.

$$P = P_g \cdot \eta = 9,82 \cdot 0,9 = 8,838 \text{ kW}$$



Írafossstöð

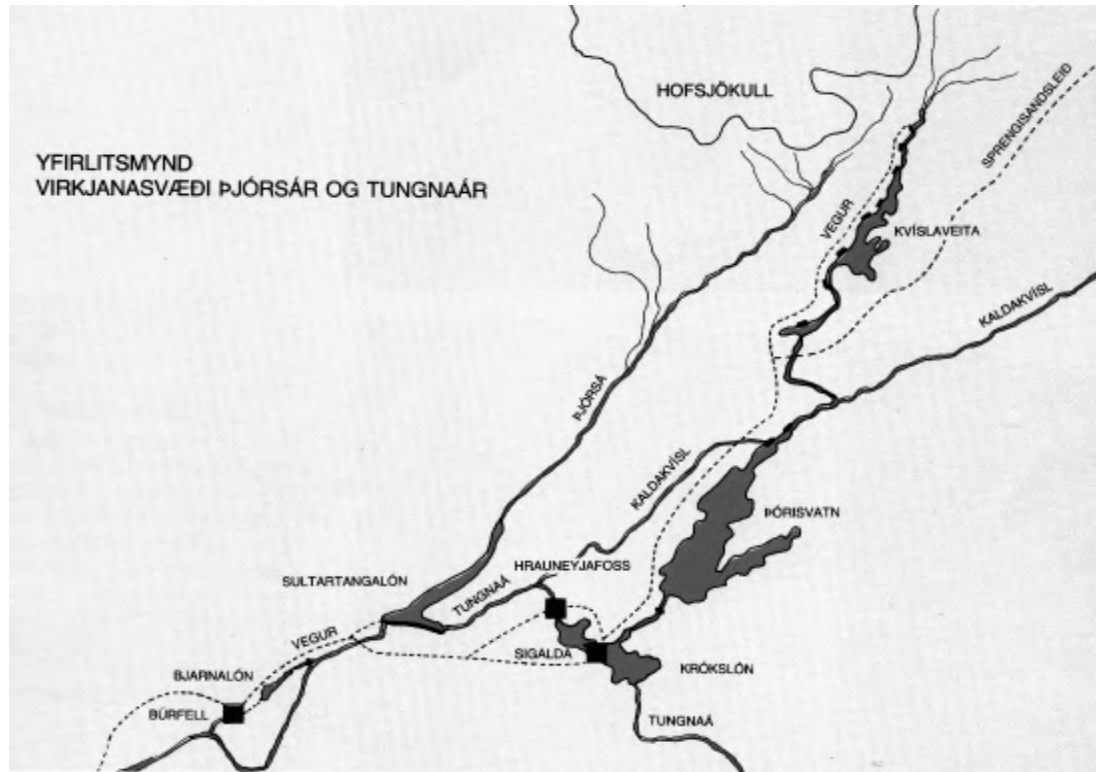
Mynd 2.1

Vatnsmiðlun

Rafalar vatnsaflsvirkjana verða að geta skila mismunandi afli sem fer eftir aflþörf veitukerfisins hverju sinni. Aflþörfin getur verið sveiflukennnd og breytileg yfir sólarhringinn og einnig eftir árstíma. Það er meiri aflþörf um daga heldur en nætur og einnig meiri á vetrum en sumrum.

Árnar eru vatnsmestar á vorin og haustin en, vatnsminnstar á veturna. Þetta fer því ekki saman við sveiflur á aflþörf og krefst þess vegna vatnsmiðlunar milli árstíða. Safna verður vatnsforða fyrir veturinn í uppistöðulón.

Háspennukerfið



Mynd 2.2

Dæmi um miðlunarhló sem notað er til jöfnunar á árstíða-sveiflum er Þórisvatn sem hefur 1400 Gl miðlun, Blöndulón með 400 Gl miðlun og Hágöngulón 320 Gl. Þegar Háslslón verður tekið í notkun verður miðlunargeta þess svipuð og Þórisvatns.

Misjafnlega stór inntakslón eru við aflstöðvarnar í mörgum tilfellum nægja þau aðeins til dægurmiðlunar, en í sumum tilfellum hafa þau umtalsverða miðlunargetu.

Dæmi um inntakslón sem um leið getur talist miðlunarhló er Krókslón við Sigölduvirkjun sem hefur 140 Gl miðlun, sem myndi nægja til eðlilegrar keyrslu stöðvarinnar í u.þ.b. hálfan mánuð. Til samanburðar má geta þess að inntakslón Hrauneyjafossvirkjunar hefur aðeins 25 Gl miðlunargetu.

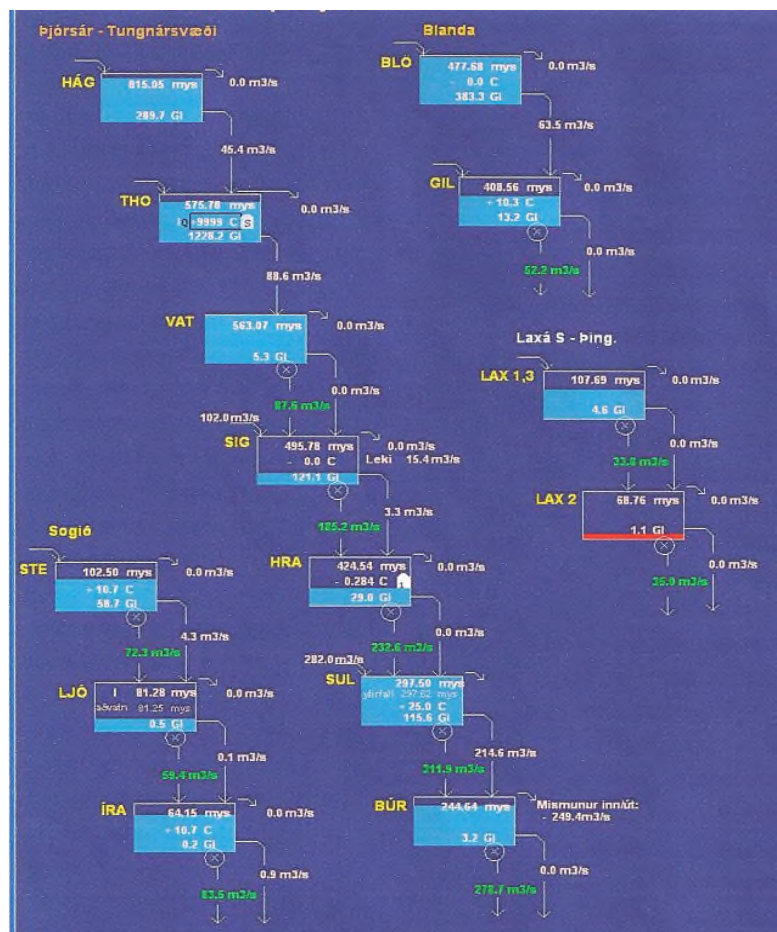
Sjá yfirlitsmynd af vatnasvæði, mynd 2.2.

Háspennukerfið

Allri vatnsmiðlun er stjórnað með vatnslokubúnaði í stíflugörðum lónanna og er fjarstýrt frá stjórnstöð. Algengasti lokubúnaðurinn eru svokallaðar geiralokur með vökvadrifbúnaði.

Nauðsynlegt er í mörgum tilfellum að hafa hitunarbúnað á lokunum svo hægt sé að hreyfa þær í miklu frosti. Lokubúnaði er stýrt gegnum fjarskiptakerfi Landsvirkjunar, en auk þess er alltaf staðarstýring fyrir hendi.

Mynd 2.3 er tölvuskjámynd úr stjórnstöð Landsvirkjunar. Þar má sjá vatnshæð í m.y.s. (metrum yfir sjávarmáli) og miðlunargetu í Gl (gígalítrum) í öllum miðlunarlónum nema Háslóni þann. 23.08. '07



Mynd 2.3

Háspennukerfið

Vatnshverflar

Vélarnar sem breyta vatnsorku í hreyfiorku nefnast vatnshverflar (túrbínur), og þeim má skipta í tvo meginflokka yfirþrýstihverfla og bunuhverfla.

Yfirþrýstihverflar

Yfirþrýstihverflar byggja á mismunandi þrýstingi sitthvoru megin við vatnshjólið. Þegar vatnið kemur inn á vatnshjólið inniheldur það hreyfiorku og nokkra staðarorku. Vatnið streymir eftir hólfum hjólsins sem er fullt af vatni og hraði þess eykst vegna yfirþrýstings. Stöðuorka vatnsins breytist í hreyfiorku. Þegar vatnið fer út úr hjólinu myndar það bakþrýsting á skóflur þess og fer um sogrör sem veldur undirþrýstingi niður í frárennslisrásina. Þetta eykur þrýstifallið yfir vatnshjólið.

Tvær gerðir af yfirþrýstihverflum sem henta við mismunandi aðstæður eru í virkjunum hérlendis, þ.e. Francishverflar og Kaplanhverflar. Francishverflar eru algengastir og nýtast við meðalfallhæð en Kaplanhverflar eru mun sjaldgæfari og nýtast þar sem fallhæð er lítil.

Bunuhverflar

Í bunuhverflum er vatnsþrýstingur sá sami báðumegin við vatnshjólið og það nýtir einungis hreyfiorku þess. Óhindruð vatnsbuna streymir inn á vatnshjólið og snertir ekki bakhlið skóflanna. Vatnsbunan streymir eftir skófluflötunum og breytir um stefnu, við það þrýstir hún á skóflurnar og veldur snúningsátaki á hjólið. Lang algengasti bunuhverfillinn hér á landi er Peltonhverfill sem hentar þar sem er mikil fallhæð en tiltölulega lítið vatnsmagn.

Háspennukerfið

Tegund vatnshverfils	Fallhæð
Francis	10 - 350 metrar
Kaplan	2 - 40 metrar
Pelton	50 - 1300 metrar

Mynd 2.4

Francishverflar

Francishverflar eru algengastir í stærri virkjunum héraendis og hafa þá lóðréttan öxul, en dæmi eru einnig um láréttan öxul í eldri virkjunum t.d. Elliðaárvirkjun og Laxárvirkjun. Hraðastjórnun er framkvæmd þannig að gangráður stjórnar svokölluðum leiðiskóflum sem geta breytt vatnsmagni og beint vatnsstraumnum með mismunandi horni á vatnshjólið. Eins og sjá má af líkingunni fyrir afl á bls. 2.1, byggist aflið á vatnsmagni og fallhæð. Vatnsaflsvirkjanir geta verið ólíkar hvað það varðar að sumar virkja tiltölulega lítið vatnsmagn en mikla fallhæð, en aðrar mikið vatnsmagn og litla fallhæð.

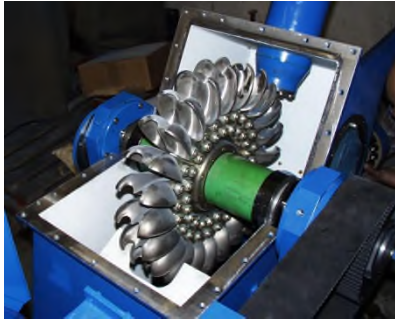


Varavatnshjól í Francishverfil (Blönduvirkjun)

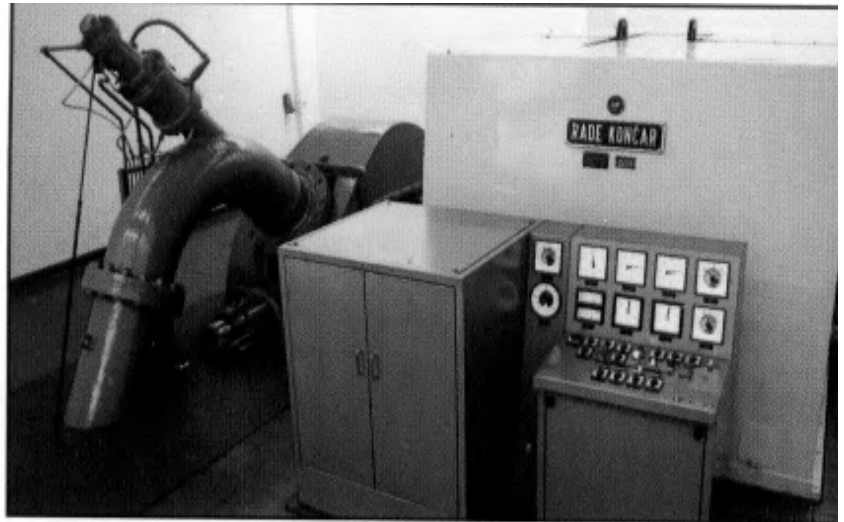
Mynd 2.5

Háspennukerfið

Peltonhverflar



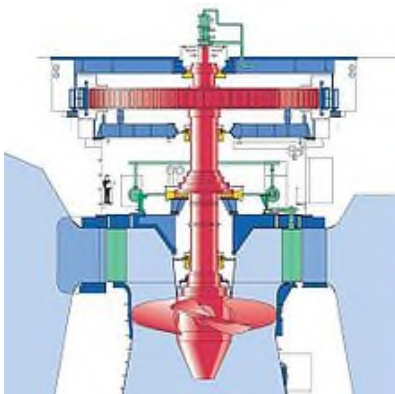
Peltonhverflar hafa oftast láréttan öxul og stöðugum snúningshraða er haldið við mismunandi álag, með gangráð sem stjórnar vatnsmagni inn á hverfilinn með svokallaðri bunuskilju. Peltonhverflar eru notaðir í öllum smávirkjunum, en dæmi um stærri virkjun hér á landi sem hefur Peltonhverfla er Mjólkárveikjun.



Peltonhverfill í Mjólkárveikjun

Mynd 2.6

Kaplanhverflill

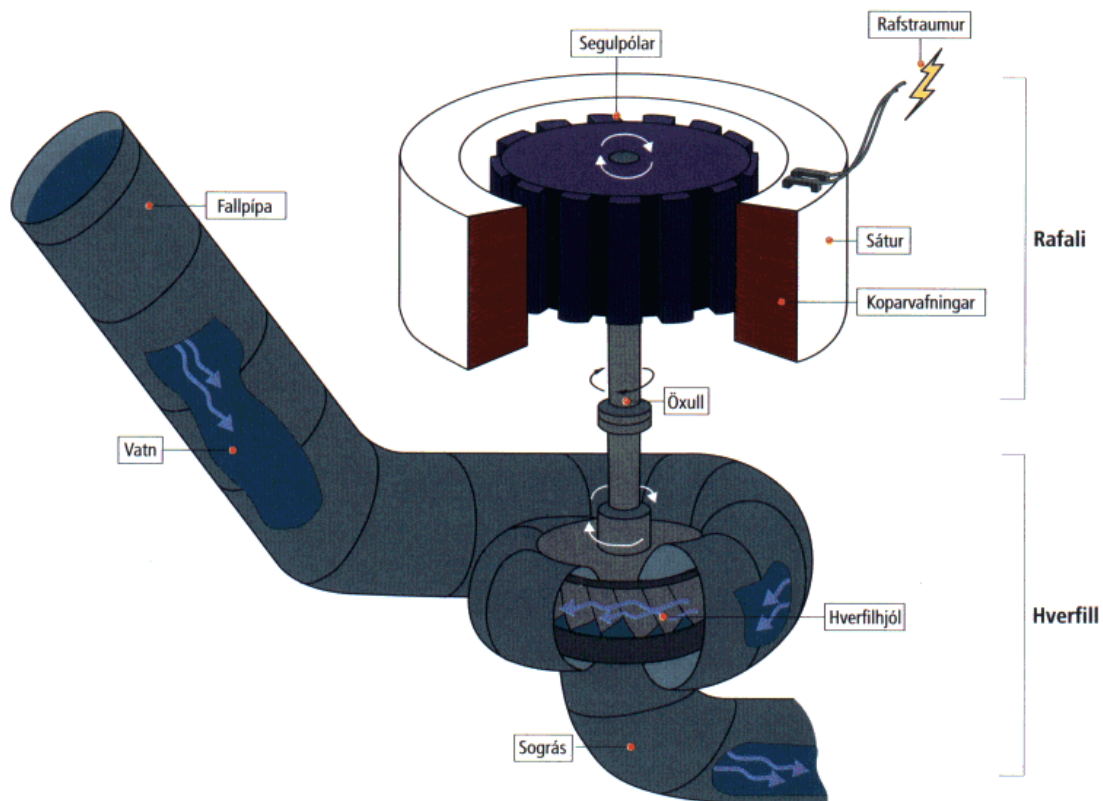


Kaplanhverflill hefur skréfublöð líkt og skipsskrúfa sem eru með breytanlegum skurði sem gangráður stjórnar. Eins og fyrr er getið henta þeir helst þar sem fallhæð er tiltölulega lítil en vatnsmagn töluvert. Hér á landi er lítið um Kaplanhverfla, en þeir eru í Steingrímsstöð, sem er efsta virkjunin í Sogi og Lagarfljótsveikjun austur á Héraði.

Háspennukerfið

Vélasamstæður

Á mynd 2.7 er sýnd algengasta útfærsla vélasamstæðu (vatnshverfill og riðstraumsrafali) eins og notaðar eru í stærri virkjunum hér á landi. Vatnið kemur niður þrýstivatnspípu inn á snigillaga hulstrið utan um hverfihjólið og síðan lóðrétt niður sográsina og út til frárennslisskurðar. Þessi gerð vatnshverfla nefnist Francis. Rafalinn er staðsettur á lóðréttum öxli fyrir ofan hverfilinn.



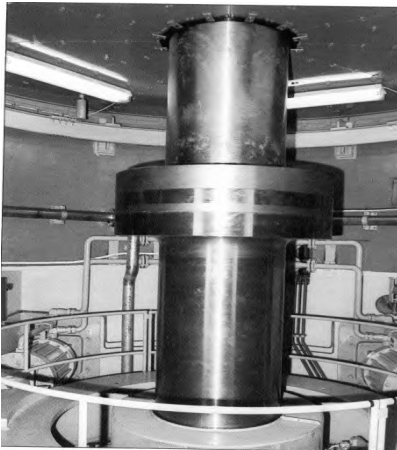
Mynd 2.7

Algeng útfærsla í virkjunum hér á landi

Háspennukerfið

Rafalar

Öll raforkuver á Íslandi eru byggð fyrir þriggja fasa 50 Hz riðspennukerfi, sem þýðir m.a. að allir rafalar í virkjunum eru þriggja fasa riðstraumsrafalar, en gerðir fyrir mismunandi spennu. Í eldri virkjunum er spennan um 5-6 kV, en 11-14 kV í þeim nýrri. Stærstu rafalarnir hérlandis eru í Kárahnjúkavirkjun 115 MW. Mynd 2.8 sýnir ástengi milli hverfils og rafala.



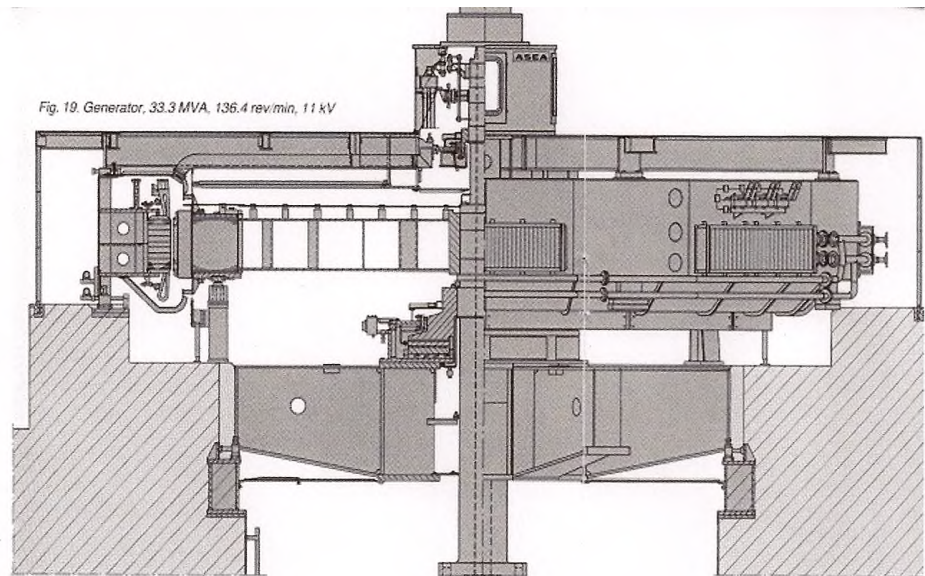
Ástengi milli rafala og vatnshverfils.

Mynd 2.8

Rafölum í stærri vatnsaflsvirkjunum er komið fyrir í steinsteyptum brunni sem er um leið hluti loftkælibúnaðar. Sáturhúsið er úr stáli og rafsoðið saman og oft framleitt í nokkrum hlutum til að auðvelda flutning.

Sáturkjarninn er gerður úr þunnum flögum kísilblandaðs járns sem lakkaðar eru með hitaþolnu lakki til þess að hindra myndun hvirfilstrauma. Sáturvöfum er komið fyrir í nótum í járninu þannig að tvær spóluhlíðar eru í hverri nóti. Í nýrri vélum eru sáturvindingarnir (stafirnir) vafðir með glertrefjabandi, lakkaðir með epoxylakki og bakaðir. Með þessu fæst einangrun af F-flokki sem þýðir að hitaþol er upp að 155°C.

Háspennukerfið



Þverskurður rafala í steyptu sæti.
Mynd 2.9

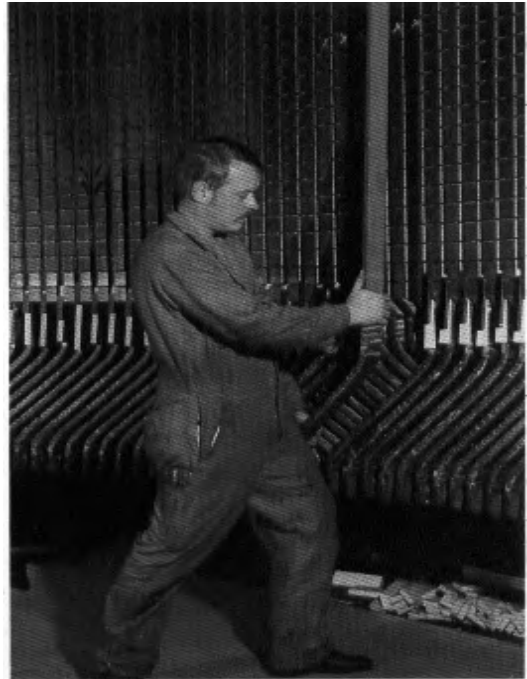


Sáturjarni raðað upp.
Mynd 2.10

Háspennukerfið



Mynd 2.11

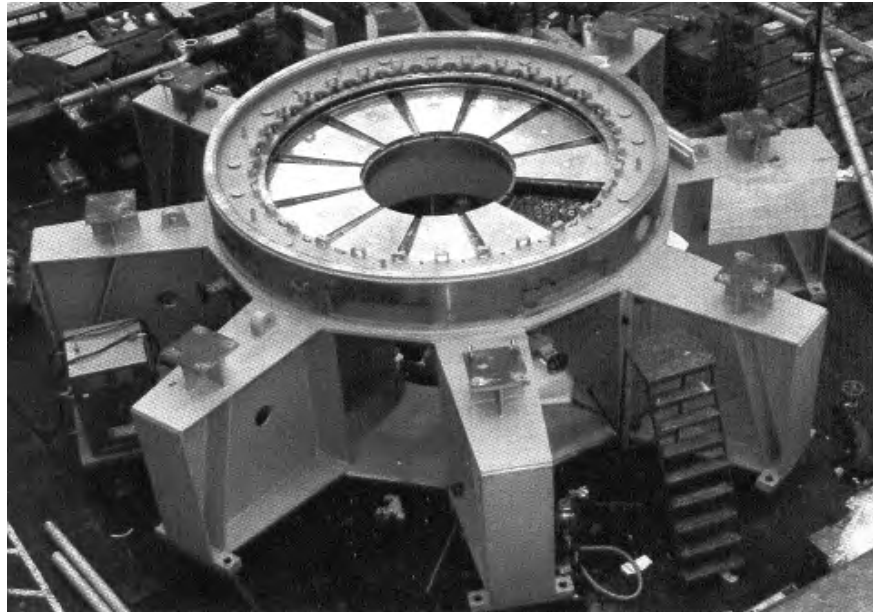


Mynd 2.12

Á mynd 2.9 eru sáturvöf tilbúin til innsetningar, en á mynd 2.12 er sýnt þegar verið er að koma fyrir vafi í eina af nótum í járnkjarnann.

Pólhjólið er gert úr tveimur hringlaga plötum úr stáli með uppistöðugrind á milli sem segulpólunum er fest á. Mynd 2.13 sýnir grind pólhjóls þar sem burðarlegu hefur verið komið fyrir en ekki segulpólunum, sem koma á nafirnar.

Háspennukerfið



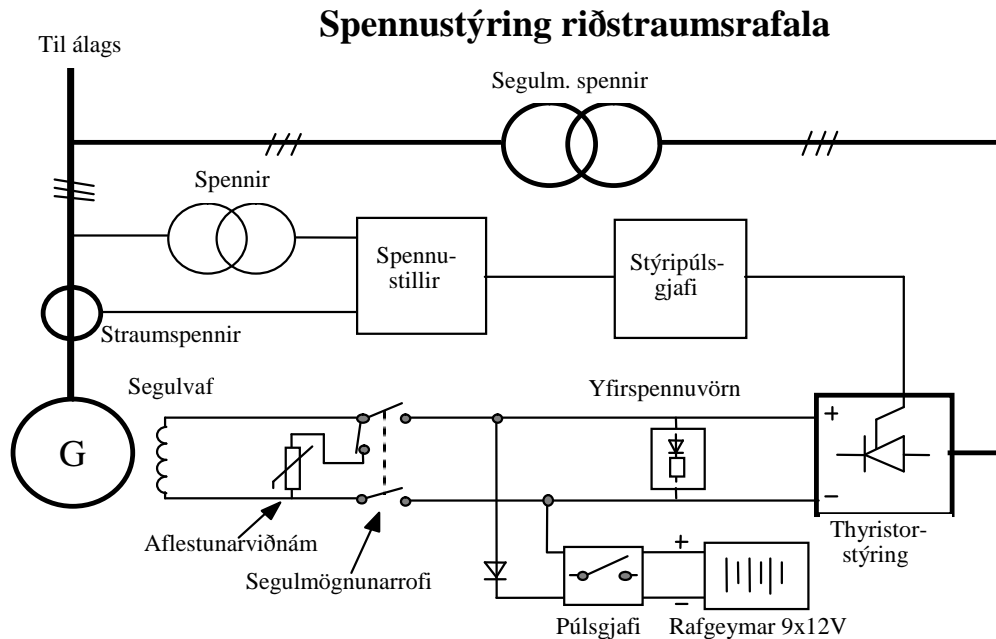
Uppistöðugrind pólhjóls með burðarlegu.
Mynd 2.13

Í eldri virkjunum hér á landi eru rafalarnir segulmagnaðir með jafnspennu framleiddri í ástengdum jafnstraumsrafölum, en í virkjunum sem eru byggðar eftir 1980 er framleidd spenna rafalans afriðuð með þýristorbúnaði og send inn á pólhjólgegnum kolbursta og sleituhringi, sjá mynd 2.14. Fyrsta stórvirkjunin hér með þessum nýja segulmögnunarbúnaði var Hrauneyjavirkjun.



Sleituhringir riðstraumsrafala.
Mynd 2.14

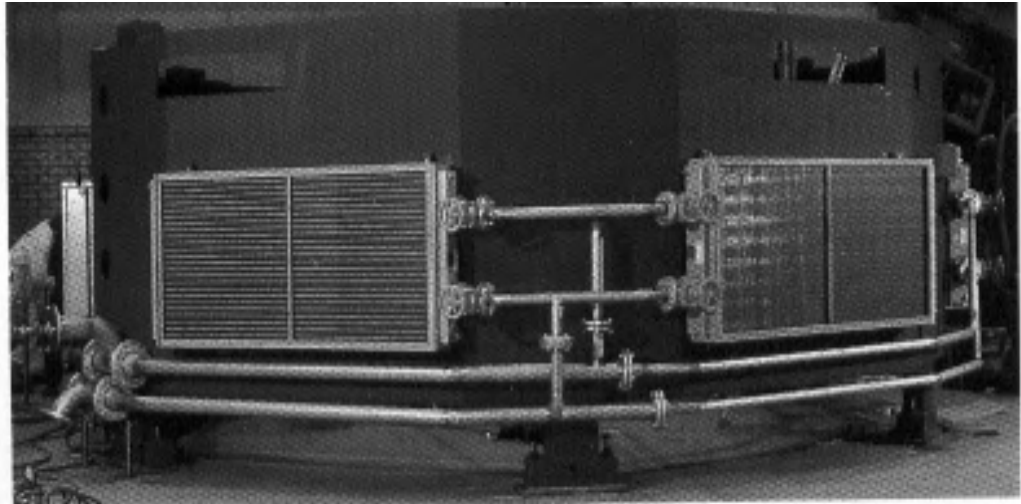
Háspennukerfið



Mynd 2.15

Rafalaspennan er spennt niður í segulmögnunarspenni og leidd inná þýristorafriðil. Viðmiðunarspenna og straumur eru tekin gegnum spennir og straumspenni inná spennustillibúnað. Jafnstraumurinn er síðan leiddur inná segulvöf rafalans gegnum segulmögnunarrofa og um sleituhringi. Yfirspennuvörn er staðsett í jafnstraumrásinni vegna hugsanlegra spanpúlsa við rof. Einnig er aflestunarmótstaða sem tengist við segulvöfin þegar rofinn rýfur segulmögnunarstrauminn. Við ræsingu á vél hefst segulmögnun með tengingu inn á rafgeymasett og við ákveðinn snúningshraða skiptir sjálfkrafa yfir á þýristorstýringu enda hefur þá myndast sáturspenna sem nægir til að taka yfir segulmögnunina.

Háspennukerfið



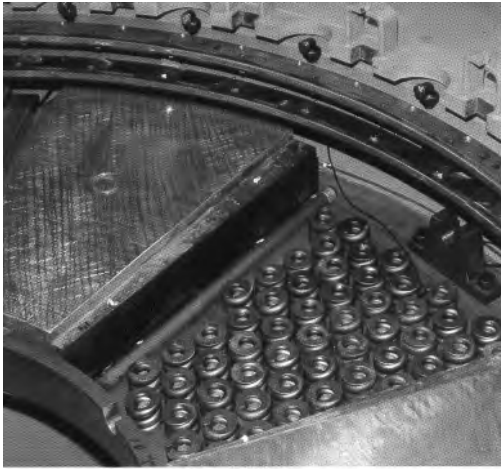
Sáturhús með kælubúnaði.

Mynd 2.16

Stórir rafalar eru venjulega loftkældir og loftið kælt í varmaskiptum með vatni. Loftblásarar eru staðsettir umhverfis sáturhúsið og kæliloftið fer um lokaða hringrás eftir nótum í sáturjárninu.

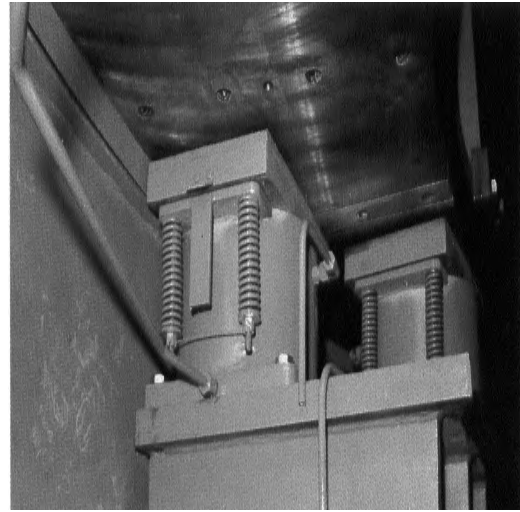
Árvatn er annarsvegar tekið inn á varmaskipta sem hinsvegar tengjast lokuðu hringrásarkælivatnskerfi sem tengt er inn á loftkæli hvers rafala. Hitanemum er komið fyrir í sátrinu og tengjast þeir mælubúnaði í stjórnherbergi og aðvörunarkerfi.

Háspennukerfið



Hluti burðarlegu.

Mynd 2.17



Vökvaknúinn tjakkur

Mynd 2.18

Vélasamstæðan hefur eina burðarlegu (þrýstilegu) sem situr oftast í steinsteypu sæti fyrir neðan rafalann og allur hreyfanlegi hluti vélasamstæðunnar þ.e. pólhjól, ás og vatnshjól hvílir á henni. Burðarlegan er í sumum tilfellum staðsett efst í samstæðunni og má segja að þá hún hangi í legunni, dæmi um það eru vélasamstæður Sigölduvirkjunar.

Við ræsingu er vélinni fyrst lyft upp með vökvastrokkum (-tjökkum) til þess að ná olíuflæði um fleti þrýstilegunnar. Vökvastrokkarnir eru einnig notaðir til þess að hemla vélina.

Háspennukerfið

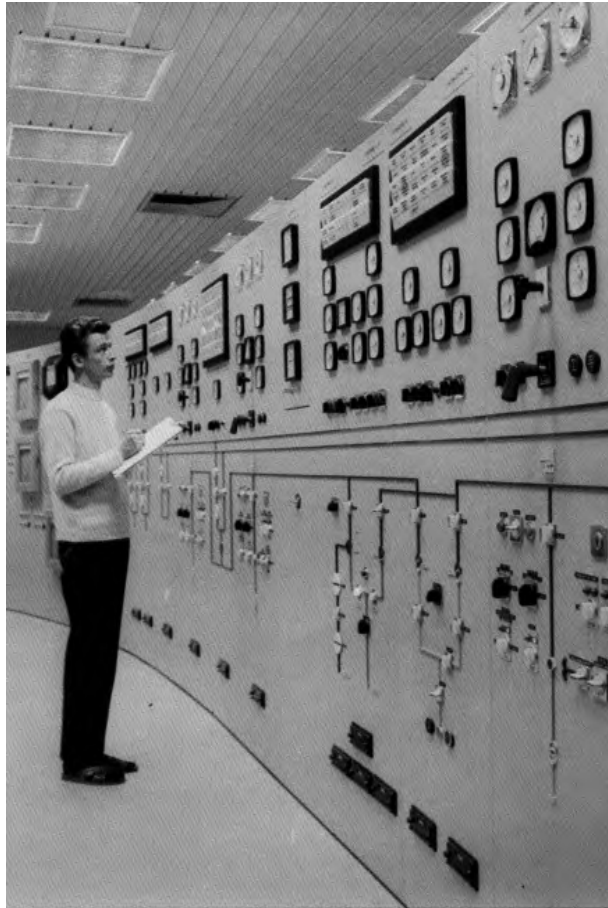
Annar búnaður

Aflrofar fyrir rafala eru staðsettir í stöðvarbyggingu og eru oft svokallaðir sparolíurofar í eldri virkjunum, en vacuumrofar eða gasrofar í þeim nýrri. Þeir eru sjálfstæð eining með hjólum undir og er mögulegt að keyra þá út úr rofaskápnunum. Þetta er heppileg útfærsla því með því fæst stórt einangrunarbil í straumrásina, t.d. vegna viðgerða. Rofarnir eru þá bæði afl- og skilrofar samtímis. Í Blönduvirkjun eru notaðir 11 kV vacuumrofar, en mikið er farið að nota þá erlendis allt upp í spennugildið 32 kV.

Sjá nánar um háspennurofa í kafla 3

Í töflu í stjórnherbergi virkjana er mælabúnaður fyrir hvern rafala sem sýnir spennu (kV), tíðni (Hz), straum á hverjum fasa (kA), afl (MW) og launafl (MVA_r) og síritar fyrir orkuframleiðslu. Í töflunni er einnig staðsettur samfösunar­búnaður.

Háspennukerfið



Mynd 2.19

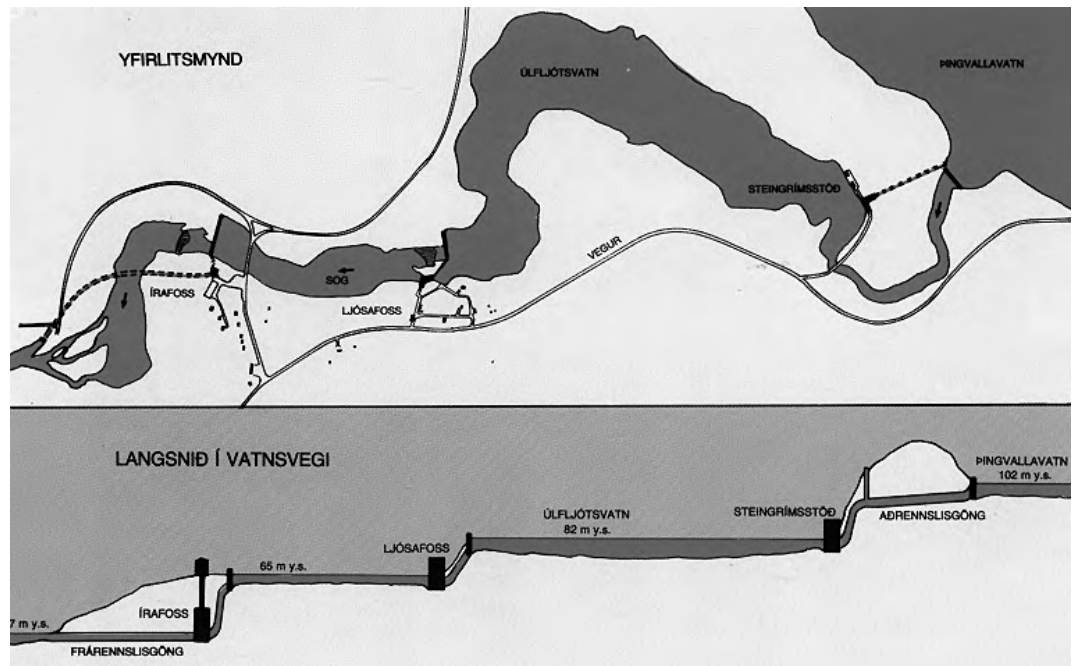
Allar mælaníðurstöður koma einnig fram í stjórnölvu stjórnstöðvarinnar í Reykjavík og verði einhver frávik frá eðlilegri stöðu kemur fram skilgreind viðvörðun sem hægt er að bregðast við samstundis.

Háspennukerfið

Vatnsaflsstöðvar

Allar vatnsaflsstöðvar eru byggðar upp af sömu meginþáttum. Vatnið er flutt frá inntakslóni gegnum inntakslökur um þrýstipípur til hverflanna. Frá hverflunum fer síðan vatnið eftir nær láréttum frárennslisskurði.

Bygging hinna ýmsu stöðva getur hinsvegar verið mjög mismunandi og ágætt dæmi um það eru stöðvarnar þrjár í Sogi sem eru um margt ólíkar. Sogsstöðvarnar eru byggðar á árunum 1935 til 1960 og nýta samtals 75 m fallhæð frá yfirborði Þingvallavatns 102 m.y.s. niður í 27 m.y.s.

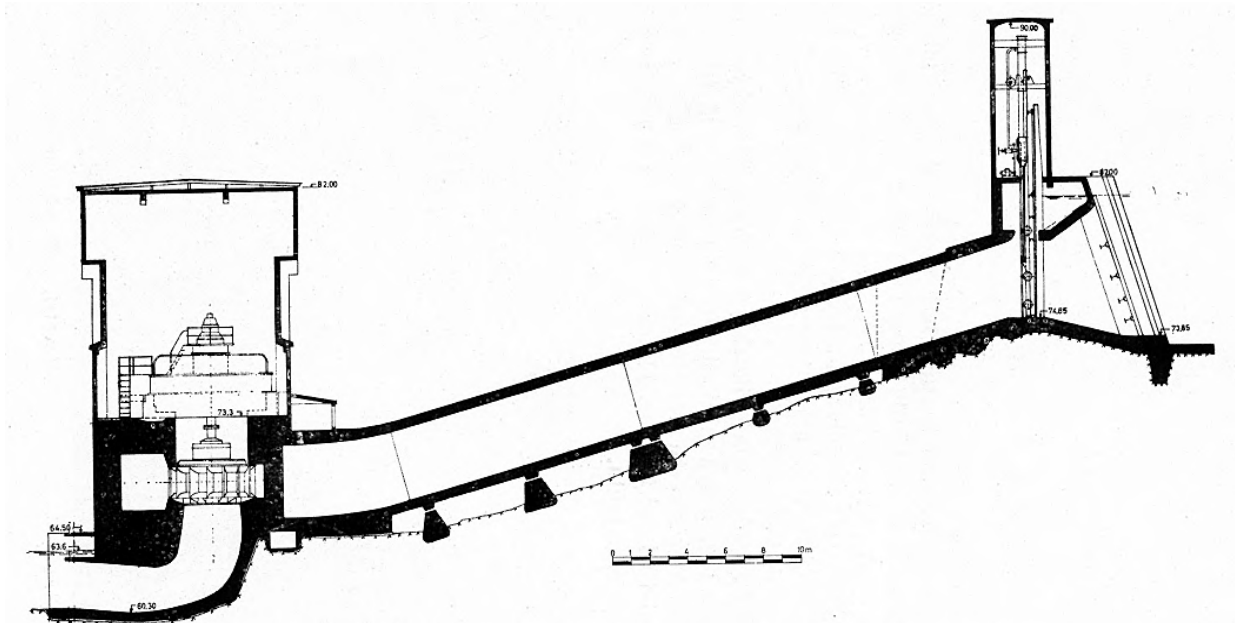


Mynd 2.20

LjósafoSSstöð byggð á árunum 1935-1937 var öll byggð ofanjarðar (þverskurðarmynd 2.21).

Vélasamstæður eru þrjár og var sú síðasta sett niður árið 1944. Stöðin nýtir 17 m fallhæð vatns og uppsett afl er 15 MW. Stöðin var byggð af Reykjavíkurborg og var stórt átak á sínum tíma. Til samanburðar var Elliðaárvirkjun aðeins 3,3 MW.

Háspennukerfið

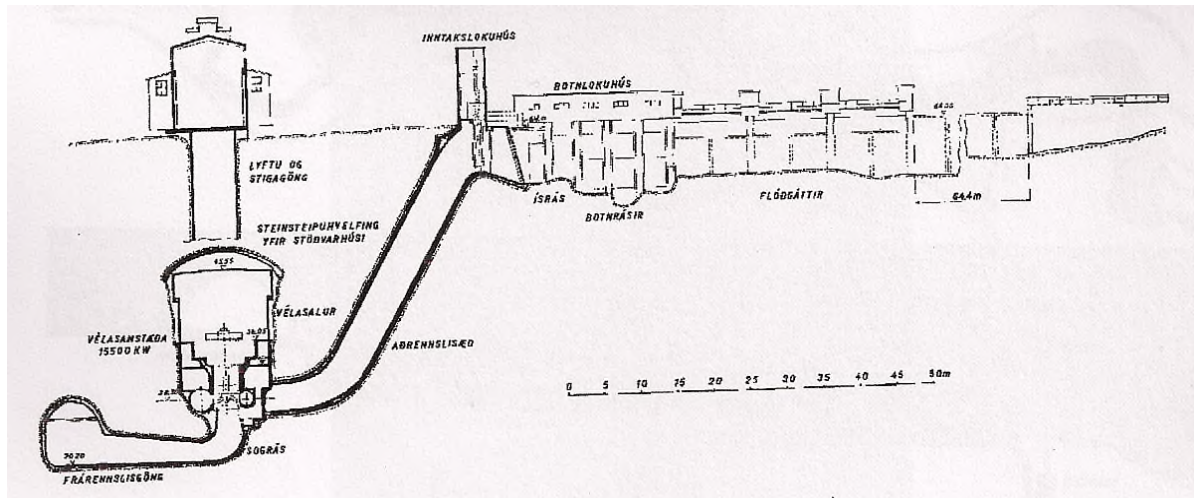


2. mynd. Ljósafossvirkjunin, þversnið stöðvarhúss, þrýstivatnsæðar og inntaks.

Mynd 2.21

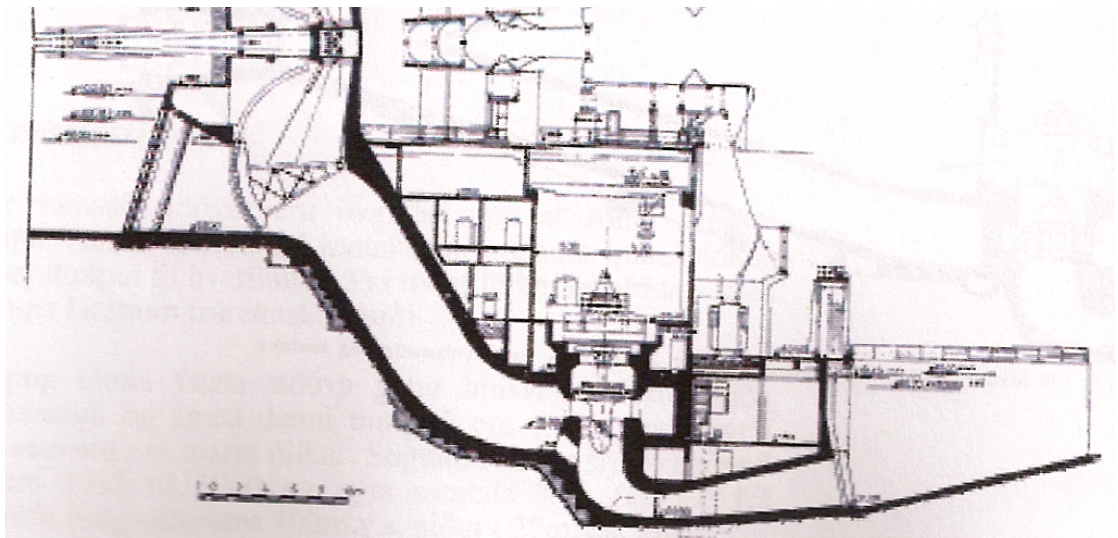
Írafossstöð sem byggð var á árunum 1950-1953 er hinsvegar að stærstum hluta byggð neðanjarðar, þ.e. Þrýstivatnspípur, vélasalur og frárennslisgöng. Frárennslisgöngin eru 650 m löng og steinsteypufóðruð, vatnið rennur um þau með frjálsum yfirborði. Lyftu- og stigagöng liggja frá stjórnhúsi sem er ofanjarðar niður í vélasal. Stöðin nýtir 38 m fallhæð og uppsett afl hennar er 48 MW.

Háspennukerfið



Mynd.2.22

Steingrimsstöð efst í Sogi er byggð á árunum 1957-1960. Hún stendur við norðurenda Úlfljótsvatns undir Dráttarhlíð. Ofanvið stöðvarhúsið og sambyggt því er sprengd inn í hlíðina aðrennslis- og þrýstijöfnunarþró, en aðrennslíð í hana kemur um 380 m löng jarðgöng frá Þingvallavatni. Stuttur frárennslisskurður er út í Úlfljótsvatn. Stöðin nýtir hæðarmismun vatnanna sem er 20,5 m í tveimur vélasamstæðum samtals 26 MW. Stöðin er sérstök fyrir að þar eru notaðir Kaplanhverflar með stillanlegum drifhjólsspöðum.



Mynd 2.23

Háspennukerfið

2.2 Jarðgufuaflostöðvar

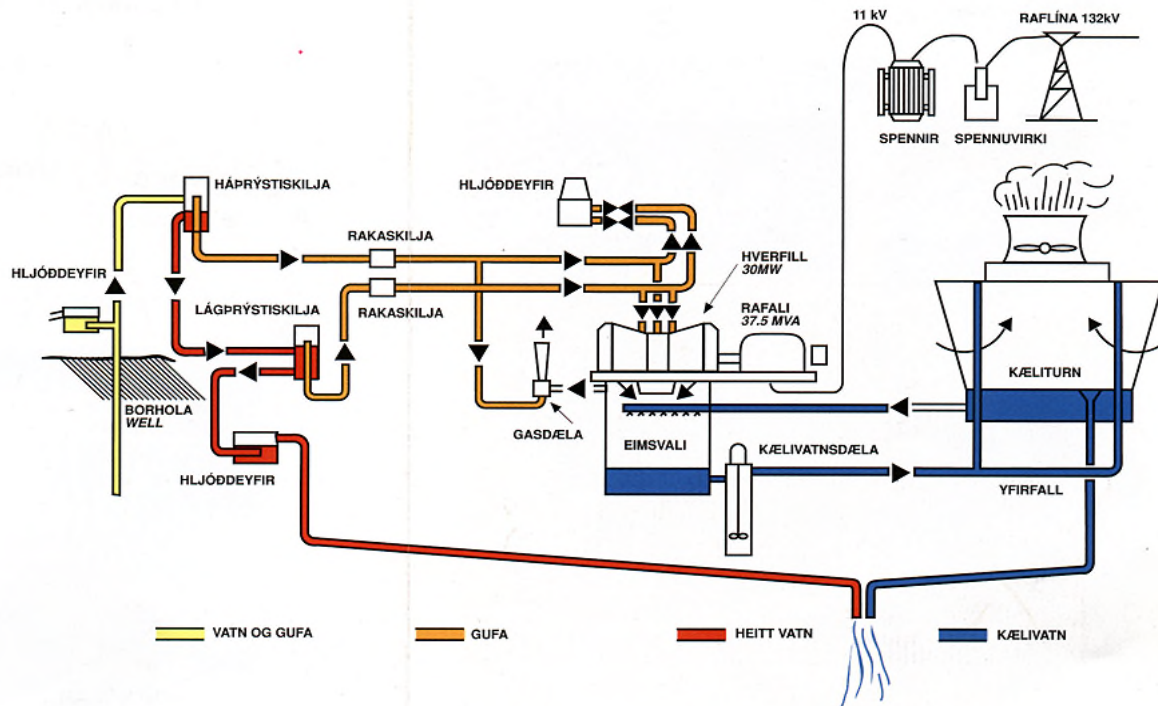
Í fyrsta kafla var fjallað um jarðgufuvirkjanir hér á landi, en virkjun jarðgufu til raforkuframleiðslu mun vaxa hratt á næstu árum og áratugum ef að líkum lætur. Háhitasvæði landsins eru eingöngu staðsett á eldgosabeltum eða við jaðar þeirra og eru þau 20 til 30 talsins hér á landi. Vatnshiti þessara svæða er ekki undir 200°C á 1000 metra dýpi. Hár gufuþrýstingur þarf að vera fyrir hendi þar sem virkja á til raforkuframleiðslu.

Jarðgufuvirkjunum hérlendis má skipta í tvo flokka, annarsvegar þeim sem eingöngu framleiða raforku og hinsvegar þeim sem einnig nýtast sem hitaveitur. Þrjár virkjanir tilheyra fyrri flokknum þ.e. virkjunin í Bjarnarflagi, Kröfluvirkjun og Reykjanesvirkjun. Þær sem einnig fæða hitaveitur eru Nesjavallavirkjun, Hellisheiðarvirkjun og virkjunin í Svartsengi.

Eins og segir í kafla eitt hér í bókinni var fyrsta gufuaflosts virkjunin reist hérlendis í Bjarnarflagi Við Mývatn árið 1969 og var aðeins 3 MW. Þar næst var Kröfluvirkjun sem reist var 1974 og rekin með einum 30 MW rafala þar til afköstin voru tvöfölduð árið 1997 þegar seinni vélasamstæðan var tekin í notkun.

Vinnsluferill Kröfluvirkjunar er sýndur á mynd 2.25 og eins og sjá má nýtir kerfið bæði háþrýsti- og lágþrýstigufu. Háhitavatnið fer fyrst inn á há- og lágþrýstiskiljur sem skilja vatnið frá, síðan fer gufan í gegnum rakaskiljur og inn á hverfilinn. Frá hverflinum fer gufan í gegnum eimsvala og kæliturn sem kælir niður gufuna og veldur undirþrýstingi sem eykur þrýstifallið yfir hverfilinn.

Háspennukerfið

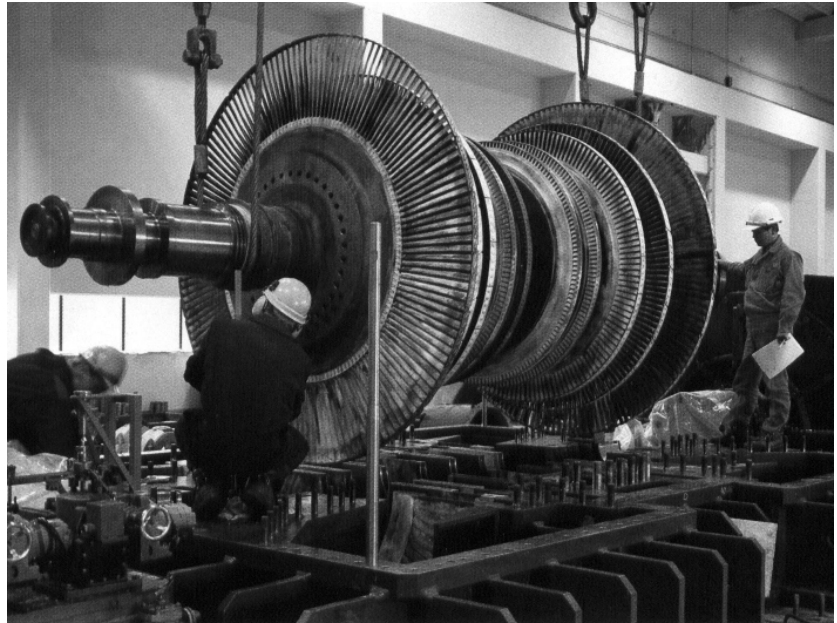


Vinnslukerfi Kröfluvirkjunar

Mynd 2.25

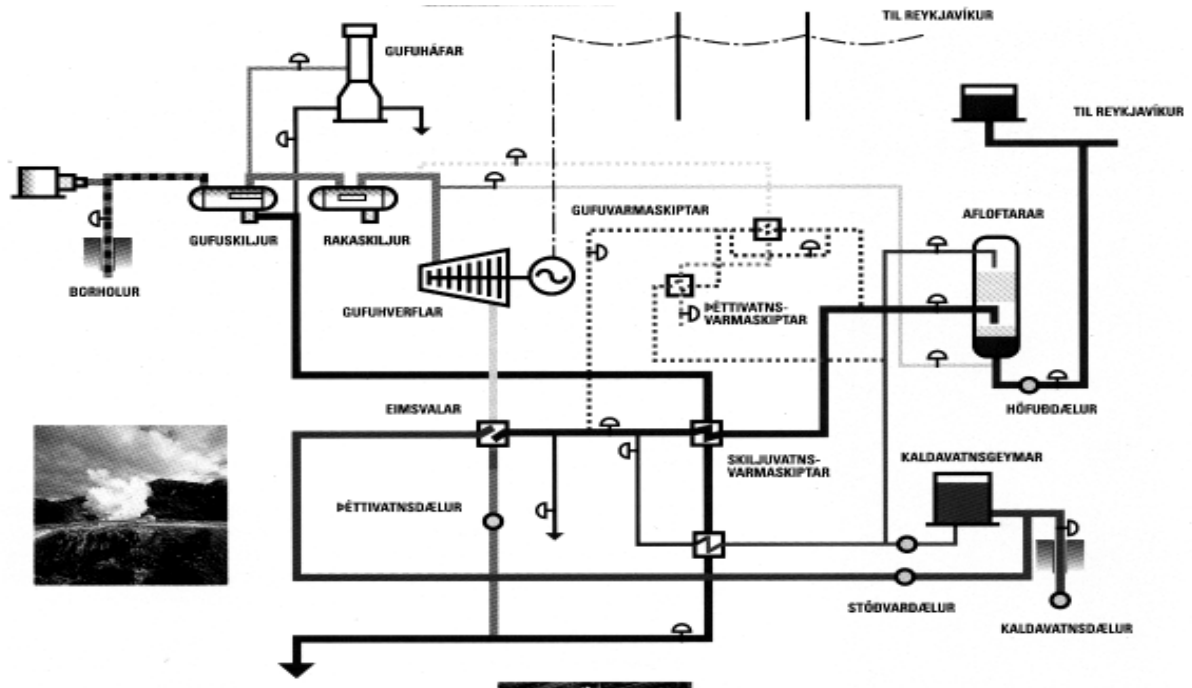
Raforkan er leidd frá rafala inn á spennu sem breytir rafalaspennunni 11 kV í línuspennugildi 132 kV, þaðan inn á rofavirki og síðan út á Byggðalínu. Mynd 2.26 er frá því að fyrri gufuhverfillinn í Kröfluvirkjun var tekinn til skoðunar.

Háspennukerfið



Hjól gufuhverfils úr Kröfluvirkjun.

Mynd 2.26



Vinnslukerfi Nesjavallavirkjunar.

Mynd 2.27

Háspennukerfið

Vinnslurás Nesjavallavirkjunar er sýnd í heild á mynd 2.27 og þar rekja má ferill raforkuframleiðslu sem líkist talsvert vinnuferlinum í Kröflu. Frá borholum kemur háhitavatn og gufa inn á gufuskilju þar sem vatnið er skilið frá og síðan inn á rakaskilju sem skilur síðustu vatnsdropana frá. Þaðan fer þurr-gufan sem er undir miklum þrýstingi inn á gufuhverfilinn sem knýr riðstraumsrafalann. Frá gufuhverflinum fer gufan inn á eimsvala sem kældur er með vatni sem kemur frá kaldavatsborholum á svæðinu. Rafalar virkjunarinnar geta hver fyrir sig framleitt 30 MW raunafl og spennan er 11 kV. Frá rafölum fer raforkan inn á spenna sem spenna upp í 132 kV flutningsspennu. Frá stöðinni fer raforkan eftir jarðkapli og loftlínu, að tengivirkinu við Korpu.



Frá jarðgufustöðinni í Svartsengi.
Mynd 2.28

Háspennukerfið

2.3 Spurningar:

Spurningar úr kafla 2.1

2.1

Á hvaða tveimur atriðum byggist grunnafl (Pg) vatnsafls virkjunar?

2.2

Hver er talin meðalnýtni vélasamstæðu í vatnsaflsvirkjun?

2.3

Hvaða fallhæð er nýtt í:

- a) Ljósafossstöð?
- b) Írafossstöð?
- c) Steingrímsstöð?

2.4

Vatnsaflsvirkjun nýtir 120 m^3 vatns og 20 m fallhæð.

- a) Hvert er grunnafl stöðvarinnar?
- b) Hvert yrði skilað afl vélasamstæðu með eðlilegri nýtni?

2.5

Í Laxárstöð 2 er ein vélasamstæða með 9 MW afl og fallhæðin er 29 metrar.

Hve mikið vatnsmagn er fært til samstæðunnar miðað við nýtnina 0,82?

2.6

Hver vélasamstæða í Sigöldustöð hefur 50 MW afl og fallhæðin er 73 metrar.

Hve mikið vatnsmagn er fært til samstæðunnar miðað við nýtnina 0,82?

Háspennukerfið

2.7

Hvað heitir aðal miðlunarlónið fyrir virkjanir á suður- hálendi Íslands og hver er miðlunargeta þess.

2.8

Nefndu dæmi um miðlunarlón sem er jafnframt inntakslón virkjunar.

2.9

Hvernig og hvaðan er vatnsmiðlun stjórnað í kerfi Landsvirkjunar?

2.10

Hvaða gerð hverfla henta í virkjun með mikilli fallhæð og tiltölulega litlu vatnsmagni?

2.11

Hvaða gerð hverfla er algengust í virkjunum hér á landi?

2.12

Hvaða gerð af hverflum er í Steingrímsstöð?

2.13

Hve háa málspennu c.a. hafa rafalar í nýrri virkjunum?

2.14

Hvar eru aflmestu rafalar hér á landi staðsettir og hvert er uppgengið raunafl þeirra?

Háspennukerfið

2.15

Lýstu tveimur segulmögnunaraðferðum sem tíðkast við virkjanarafala.

2.16

Hvernig legur eru notaðar í vélasamstæðum og hvar eru þær staðsettar í vélinni?

Spurningar úr kafla 2.2

2.17

Hve hátt hitastig þarf jarðvatn að hafa svo það sé nýtanlegt til raforkuframleiðslu?

2.18

Hvaða þrjár jarðgufuvirkjanir nýta vatnið til hitaveitu.

2.19

Hver er fyrsta aðgerð í vinnuferli gufuvirkjunarinnar við Kröflu þegar háhitavatn kemur inn á kerfið úr borholu?

2.20

Hver er tilgangurinn með kælingu gufunnar þegar hún kemur út úr hverflinum í vinnuferlinum?

2.21

Inn á hvaða tengivirki kemur orkan frá Nesjavallavirkjun?