



Lagning raflína í jörðu

Greinargerð

Júní 2012

Efnisyfirlit

EFNISYFIRLIT	2
1. INNGANGUR	3
2. SAMANTEKT	4
3. ÞINGSÁLYKTUNARTILLAGA	5
4. STEFNA LANDSNETS Í JARÐSTRENGJAMÁLUM	6
5. STEFNUR NÁGRANNALANDANNA Í JARÐSTRENGSMÁLUM.....	7
6. HVERS VEGNA ÞARF AÐ STYRKJA FLUTNINGSKERFIÐ	8
7. SAMANBURÐUR Á TÆKNI	11
8. SAMANBURÐUR Á KOSTUM OG GÖLLUM JARÐSTRENGJA	15
9. AFHENDINGARÖRYGGI	17
10. SAMANBURÐUR Á KOSTNAÐI JARÐSTRENGJA OG LOFTLÍNA	19
11. ÁHRIF JARÐSTRENGJAVÆÐINGAR Á GJALDSKRÁ LANDSNETS.....	21
12. ÁHERSLUR LANDSNETS Í UMHVERFISMÁLUM	23
13. SAMANBURÐUR Á UMHVERFISÁHRIFUM	24
14. ÞRÓUN Á SVIÐI MASTRAGERÐA.....	27
15. VEFSVÆÐI LANDSNETS UM LOFTLÍNUR OG JARÐSTRENGI	28
HEIMILDASKRÁ	29

1. Inngangur

Framtíðarsýn Landsnets tekur mið af því hlutverki sem fyrirtækinu er ætlað í raforkulögum og þeim skyldum sem því ber að uppfylla. Raforkuflutningskerfi Landsnets gegnir mikilvægu hlutverki í samfélaginu sem þjóðbraut raforkunnar. Það tryggir almenningi og fyrirtækjum landsins öruggan aðgang að raforku, óháð staðsetningu. Hlutverk Landsnets er að reka öruggt flutningskerfi sem styður við verðmætasköpun í samfélaginu og starfar í sátt við umhverfið.

Í nýrri stefnumörkun Landsnets er í ríkari mæli tekið tillit til langtímasjónarmiða við uppbyggingu flutningskerfisins og dregið úr áhrifum stærri fjárfestingarverkefna á útfærslu þess. Dregin er upp mynd af flutningskerfinu eins og það gæti litið út á árunum 2030-2050 og kröfur til einstakra hluta þess skilgreindar. Kröfur til miðlæga flutningskerfisins sem þjónar öllum eru betur skilgreindar en áður og jafnframt eru tekin skref til langtímauppbyggingar svæðisbundinna flutningskerfa. Sjá mynd 4.

Við útfærslu flutningskerfisins er tekið mið af þeim virkjunarkostum sem eru í nýtingarflokki rammaáætlunar og spá um uppbyggingu atvinnustarfsemi og íbúapróunar í landinu. Jafnframt er leitast við að taka mið af sjónarmiðum um sýnileika við val á flutningsleiðum. Miðað er við að byggja fáar háspennulínur með mikla flutningsgetu til að línur verði færri í framtíðinni, og mæta þannig auknum kröfum um lágmörkun sýnileika flutningskerfisins.

Samfara vaxandi umræðu um umhverfismál á Íslandi hefur orðræða aukist um notkun jarðstrengja í stað loftlína til að minnka sýnileika mannvirkja raforkuflutningskerfisins. Á síðari árum hafa framkvæmdir í flutningskerfinu verið í lágmarki á meðan orkuflutningur hefur aukist. Vaxandi flutningur kallar á meiri sveigjanleika í rekstri flutningskerfisins og hærri flutningsmörk, sem verður ekki náð án frekari styrkinga á flutningskerfinu. Lagning jarðstrengja á hærri spennum fellur illa að þeim skyldum sem hvíla á Landsneti samkvæmt raforkulögum.

Mikilvægt er að skýr stefna liggi fyrir af hálfu Alþingis um lagningu raflína í jörðu.

2. Samantekt

Á komandi árum þarf að styrkja flutningskerfi raforku til að leysa þær flutningstakmarkanir sem eru í kerfinu í dag og til að anna áætluðum vexti í raforkunotkun. Mikilvægt er að skýr stefna liggi fyrir um lagningu raflína í jörðu þar sem tekið er tillit tæknilegra eiginleika, sjónrænna áhrifa og kostnaðarsamanburðar fyrir mismunandi spennustig.

Við lágan aflflutning og á lægri spennustigum eru jarðstrengir í mörgum tilvikum jafnir loftlínur í kostnaðarsamanburði. Eftir því sem flutningur eykst og spennustig verður hærra verður kostnaðarmunur á jarðstrengum og loftlínur meiri. Þessi kostnaðarmunur getur orðið allt að tífoldur á hæstu spennustigum. Ef áætlaðar styrkingar flutningskerfisins fram til 2025 verða í jörðu mun það fjórfalda stofnkostnaðinn og gjaldskrá flutnings mun tvö- til þrefaldast. Við þá útreikninga hefur ekki verið tekið tillit til líftímakostnaðar en áætlað er að líftími jarðstrengja sé í kringum 30-40 ár á meðan líftími loftlína er í kringum 50-70 ár.

Truflanir á jarðstrengjum eru fátíðari en á loftlínur. Meðalviðgerðartími 220 kV jarðstrengja er um 25 dagar en fyrir 220 kV loftlínur er meðalviðgerðartími einungis 6,9 klst. Langur viðgerðartími veldur því að hver einstaka truflun er mun alvarlegri og heildarafhendingaröryggi jarðstrengja er mun lakara.

Talsverður tæknilegur munur er á loftlínur og jarðstrengjum. Raffræðileg einangrun loftlína byggir að mestu á andrúmsloftinu en jarðstrengir eru einangraðir með plastefni eða olíufylltum pappír og grafnir í jörðu. Andrúmsloftið kælir leiðara loftlínanna og eykur flutningsgetuna eftir þeim enn frekar samanborið við önnur efni sem notuð eru til einangrunar í jarðstrengjum. Við flutning á riðstraumi myndast ávallt launafl. Launaflsframléiðsla jarðstrengja er um 20-50 falt meiri en hjá loftlínur. Launafl nýtist ekki við móttökuenda flutningsrásar. Með vaxandi lengd og hækkandi spennu jarðstrengja eykst þessi launaflsframléiðsla, sem takmarkar flutning raunafls og gerir spennustýringu erfiðari nema að settar séu upp launaflsjöfnunarstöðvar. Þegar notast er við jafnstraum til raforkuflutnings eru þessi rýmdaráhrif ekki til staðar. Jafnstraumsstrengir við raforkuflutning á landi eru ekki valkostur nema um magnflutning sé að ræða og yfir mjög langar vegalengdir vegna hás kostnaðar við afriðunarstöðvar.

Á lægri spennustigum eru umhverfisáhrif jarðstrengja takmörkuð og helgunarsvæði jarðstrengja lítil og því oft betri kostur en loftlínur. Því hærra sem spennustigið er, verður jarðrask vegna lagningar meira og helgunarsvæði stækkar. Landsnet byggir fáar loftlínur með mikla flutningsgetu til að lágmarka áhrif flutningskerfi raforku á umhverfið. Auðveldara er að skila landi í sambærilegu ástandi eftir notkun loftlína en jarðstrengja. Segulsvið beint yfir jarðstrengjum er um 4-5 sinnum meira en undir loftlínur en minnkar hraðar þegar fjær dregur.

Vegna vaxandi umræðu í samfélaginu um sýnleika loftlína hefur Landsnet á síðustu árum unnið að þróun nýrra mastrategunda í samstarfi við önnur flutningsfyrirtæki í nágrannalöndunum.

Stefna Landsnets í jarðstrengsmálum er sambærileg því sem gerist hjá öðrum flutningsfyrirtækjum í nágrannalöndunum.

3. Þingsályktunartillaga

Landsnet fagnar stefnumótun stjórnvalda varðandi lagningu jarðlína í jörðu til að tryggja betri sátt um framtíðarþróun flutningskerfis raforku á Íslandi. Mikilvægt er að niðurstaðan úr þessari stefnumótun sé skýr. Raforkulög skylda Landsnet til að tengja þá aðila sem þess óska við flutningskerfið. Raforkulög kveða enn fremur á um að slíkt skuli gert með hagkvæmasta kosti sem völ er á. Jarðstrengjavæðing í flutningskerfinu mun hafa áhrif á alla notendur flutningskerfisins vegna verulegrar hækkunar á flutningsgjöldum í flutningskerfinu, flutningstakmarkana og verra afhendingaröryggis með tilheyrandi samfélagsáhrifum. Landsnet getur ekki eitt og sér tekið ákvörðun um svo stórt mál sem snertir alla þjóðina. Í þingsályktunartillögu um lagningu raflína í jörð (þingskjal 567 – 402. mál, lagt fram á 140. löggjafarþingi 2011-2012) stendur eftirfarandi:

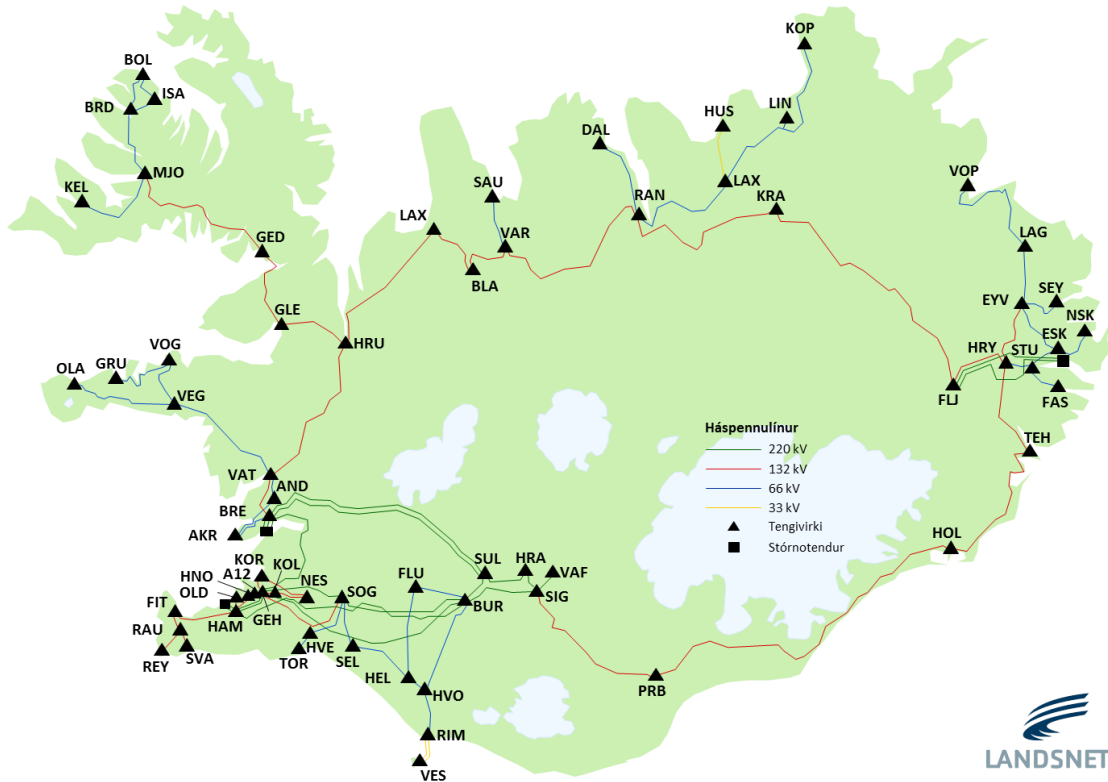
"Nýjar raflínulagnir munu á næstu árum og áratugum fyrst og fremst tengjast iðnaðar- og atvinnustarfsemi en ekki þörfum heimilanna".

Flutningskerfi raforku tengir saman alla notendur og raforkuframleiðendur á Íslandi. Hver framkvæmd í kerfinu sem eykur flutningsgetu, bætir stöðugleika eða eykur afhendingaröryggi snertir ávallt fleiri en einn ákveðinn notanda. Í dag býr landsbyggðin ekki við sama rekstraröryggi og suðvesturhornið, eins og sveitarstjórnir hafa ítrekað ályktað um. Alþingi hefur einnig ítrekað mikilvægi þess að allir sitji við sama borð. Raforkulögum hefur nýverið verið breytt á þann hátt að greiða skuli bætur til þeirra sem verða fyrir straumleysi og talin er þörf á að endurnýja svæðiskerfi víðsvegar um land vegna aldurs og ástands. Vegna alls þessa þarf að styrkja flutningskerfi raforku.

Styrkja þarf flutningskerfi raforku til að tryggja örugga afhendingu raforku og anna áætluðum vexti í raforkunotkun. Mikilvægt er að skýr stefna liggja fyrir um lagningu raflína í jörðu.

4. Stefna Landsnets í jarðstrengjamálum

Í flutningskerfi Landsnets eru öll flutningsvirki raforku, sem rekin eru á 66 kV spennu og hærri ásamt 33 kV flutningsvirkjum sem tengja Vestmannaeyjar og Húsavík. Hæsta spenna kerfisins er í dag 220 kV, en nokkrar línur eru byggðar sem 400 kV línur en eru reknar á 220 kV þar til þörf verður á aukinni flutningsgetu.



Mynd 1: Flutningskerfi raforku á Íslandi

Heildarlengd flutningskerfis Landsnets er 3.200 km. Þar af eru 851 km á 220 kV spennustigi, 1.301 km á 132 kV spennustigi og 1.048 km á 66 kV spennustigi eða lægra. Á 132 kV eru um 69 km í jörðu og á 66 kV eru um 72 km í jörðu.

Stefna Landsnets er að á 66 kV spennustigi eru jarðstrengir skoðaðir til jafns við loftlínur. Á 132 kV spennustigi eru jarðstrengslausnir skoðaðar í þéttari byggð, á styttri vegalengdum og við tengingu einstakra viðskiptavina. Á hæsta spennustiginu, 220 kV, er jarðstrengslausn ekki tæknilega eða kostnaðarlega fýsileg. Hún kemur eingöngu til athugunar á styttri köflum í línu með tilliti til flutningsgetu, við tengingu einstakra viðskiptavina og við mjög sérstakar aðstæður, t.d. ef um er að ræða einstæðar umhverfisaðstæður eða þetta íbúðabyggð.

5. Stefnur nágrannalandsanna í jarðstrengsmálum

Helstu nágrannaríki Íslendinga fylgja mismunandi stefnum í jarðstrengsmálum vegna margvíslegra þátta sem hafa þarf til hliðsjónar í hverju landi fyrir sig. Má þar nefna þætti eins og veglengdir í flutningskerfinu og aðstæður til að leggja jarðstrengi.

Norðurlöndin

Í Noregi eru alfarið notaðir jarðstrengir á lægri spennum upp að 22 kV. Á 66 kV og 132 kV eru loftlínur meginreglan nema að nota skal jarðstrengi á svæðum þar sem verja þarf línuna fyrir álagi eða vegna mikilla sjónrænna áhrifa. Í 300 kV og 420 kV meginflutningskerfinu er aðalreglan loftlínur nema í einstökum undantekningartilfellum[1].

Í Svíþjóð er höfuðreglan loftlínur í meginflutningskerfinu á 220 kV og 420 kV[2].

Í Danmörku hefur sú ákvörðun verið tekin af stjórnvöldum að nýjar flutningsrásir á 400 kV spennustigi í flutningskerfinu skuli vera neðanjarðar og núverandi loftlínur endurnýjaðar í núverandi línugötum til þess að nýta línugötturnar betur [3]. Á 132 kV og 150 kV spennustigi skuli núverandi styrkingar og framtíðarkerfi fara í jörðu.

Önnur Evrópuríki

Í Bretlandi eru jarðstrengir bornir saman við loftlínur í öllum tilvikum og jarðstrengir valdir í þeim tilfellum þar sem hægt er að réttlæta þann mikla kostnaðarauka sem þeim fylgja. Jarðstrengir eru því notaðir þar sem það hamlar ekki skyldum flutningsfyrirtækisins [4]. Í Hollandi er stefnan að heildarlengd loftlína í kerfinu skuli vera óbreytt. Þegar reistar eru nýjar loftlínur eru gamlar línur rifnar og lagðar í jörð svo að kílómetrafjöldi loftlína haldist óbreyttur[5].

Á vegum Evrópusambandsins var gerð viðamikil úttekt[6] á kostnaði við lagningu loftlína og jarðstrengja árið 2003.

	380/400 kV	150/220 kV	Heimild
	Hlutfall strengkostnaðar og loftlínu	Hlutfall strengkostnaðar og loftlínu	
Austurríki	8	-	Verbund APG Styria link
Danmörk	7,2	4	Eltra/Elkraft
Frakkland-dreifbýli	10	2,2-3	RTE-Piketty Report
Írland	-	7,7	ESB National Grid
Ítalía	5,9	5,5	Electricity Authority
Noregur	6,5	4,5	Statnett
Bretland (E&W)	15-25	Ekki gefið	National Grid
ETSO	Umframkostnaður við strengi er 5 milljón Evrur á km		ETSO samtök flutningsfyrirtækja í Evrópu

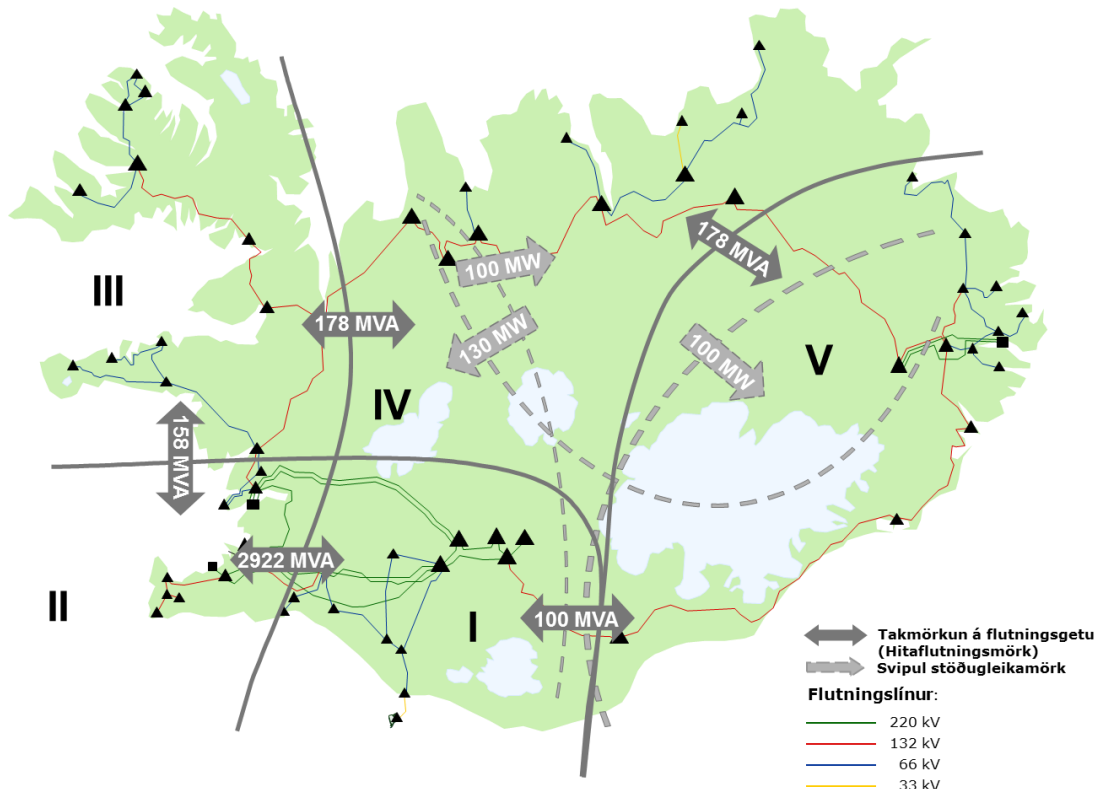
Mynd 2: Hlutfall strengkostnaðar og loftlína, skv. úttekt ESB

Stefna Landsnets í jarðstrengjum er sambærileg því sem gerist hjá flutningsfyrirtækjum í nágrannalöndum.

6. Hvers vegna þarf að styrkja flutningskerfið

Á síðustu árum hefur aflflutningur um meginflutningskerfið aukist án mikilla framkvæmda í því. Þessum aukna aflflutningi hefur verið náð með aukinni nýtingu núverandi flutningskerfis. Aukinn aflflutningur þýðir að rekstur flutningskerfisins færist stöðugt nær mörkum þess sem það getur annað með góðu móti. Þetta á einkum við línur á 132 kV spennu á hinni svokölluðu byggðalínu.

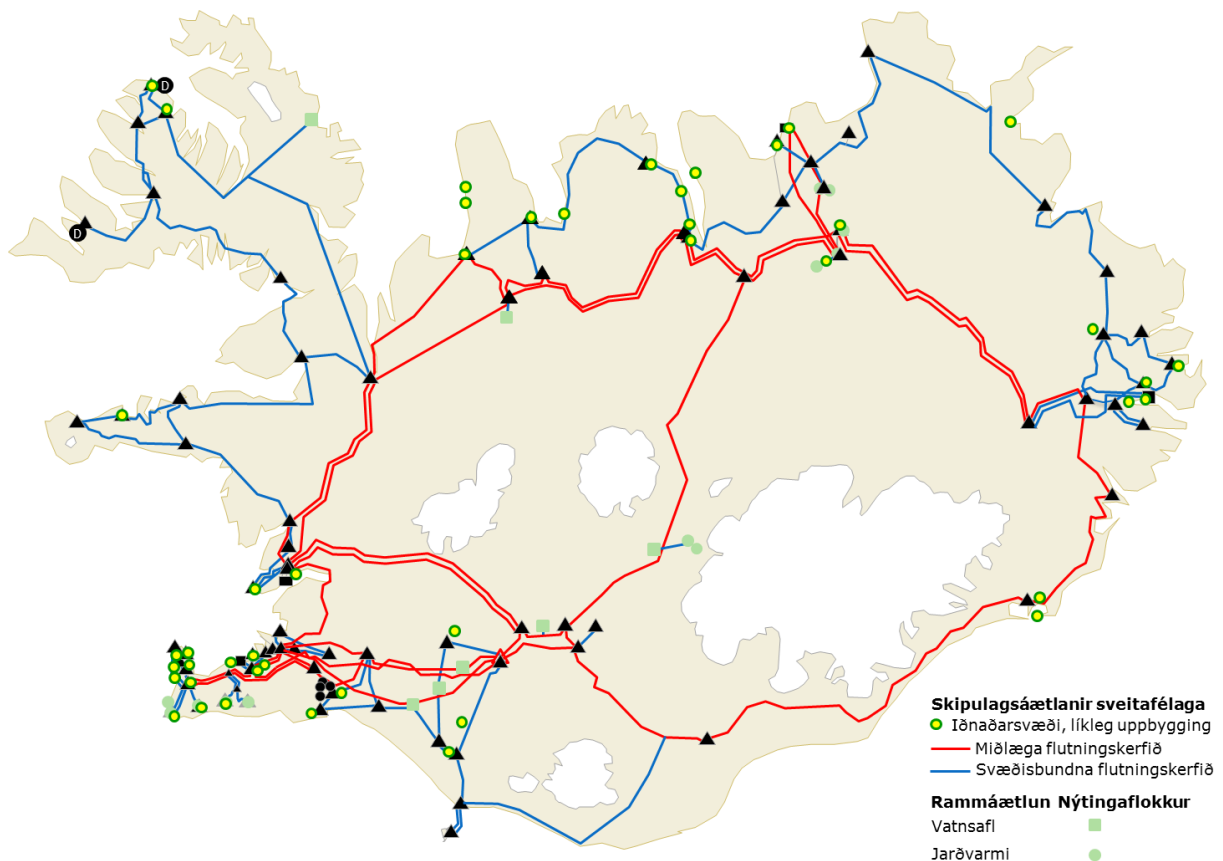
Nauðsynlegt er að miðlæga flutningskerfið hafi næga flutningsgetu til að mæta þeim aðstæðum að óvænt straumrof vegna bilana verði hvar sem er í kerfinu. Jafnframt er til þess að líta að rekstur flutningskerfa raforku kallar á tímabundin straumrof vegna nauðsynlegs viðhalds. Takmörkuð flutningsgeta milli landsvæða sem af straumrofi leiðir, getur valdið skerðingu á afhendingu raforku til notenda, en slík staða gengur þvert á markmið þess lagaumhverfis, sem Landsnet vinnur eftir. Flutningsgeta kerfisins þarf að vera meiri en sem samsvarar flutningi við venjulegan rekstur. Þá þarf kerfið einnig að vera í stakk búið til þess að taka við auknum flutningi vegna nýrra notenda og almennrar álagsþróunar. Við hönnun á nýjum línunum er tekið mið af þessu framtíðarhlutverki og því er flutningsgeta línanna ákvörðuð þannig að hún geti annað nauðsynlegum orkuflutningi til langs tíma. Með því móti eru lágmörkuð umhverfisáhrif að því leyti, að ekki verður nauðsynlegt að byggja ný flutningsvirki í hvert sinn sem nýr orkuframleiðandi eða orkunotandi, svo sem ný atvinnustarfsemi, kemur til skjalanna. Þannig er meginflutningskerfinu ætlað að hafa sveigjanleika til að mæta slíkri aukningu.



Mynd 3: Flutningstakmarknir í raforkukerfi Íslands

Á mynd 3 má sjá flutningstakmarkanir í núverandi kerfi. Þessi flutningstakmörk hafa verið skilgreind til að koma í veg fyrir óstöðugleika og tryggja örugga afhendingu raforku. Hitaflutningsmörk loftlína gefa til kynna hversu mikið má flytja án þess að

yfirhita loftlínurnar. Þessi flutningsgeta er háð breytingum á veðri. Svipul stöðugleikamörk kerfisins gefa til kynna hversu mikið má flytja án þess að truflun valdi því að raforkukerfið verði óstöðugt sem getur leitt til kerfishruns. Nú er svo komið að kerfisrannsóknir benda til þess að flutningur muni í auknum mæli vera yfir þessum stöðugleikamörkum, sem ógnar stöðugleika kerfisins. Það má því segja að ekki verði kreist meira út úr byggðalínunni. Þessi þróun hefur hamlandi áhrif á uppbyggingu raforkusækinnar starfsemi á landsbyggðinni auk þess sem það takmarkar hámarksnýtingu virkjana tengdra við flutningskerfið. Enn fremur mun afhendingaröryggi hins almenna notanda rýrna.



Mynd 4: Iðnaðarsvæði á samþykktu aðalskipulagi sveitarfélaga auk virkjana í nýtingarflokki rammaáætlunar og framtíðarflutningskerfi Landsnets árið 2050

Oft heyrst rætt um raforkuflutningskerfi í sömu andrá og rætt er um stóriðju. Rétt er, að til þess að geta flutt stóriðjufyrirtækjum næga orku þarf flutningsvirki sem flytja orkuna. Hins vegar vill það oft gleymast að hinn almenni raforkunotandi nýtur góðs af þeim fjárfestingum sem gerðar eru í raforkukerfinu vegna tilkomu aukinnar stóriðju. Stóriðjufyrirtækin gera almennt mjög strangar kröfur til afhendingaröryggis og það kemur hinum almenna notanda til góða.

En raforkan nýtist ekki aðeins stóriðju og hinum almenna neytanda. Úti um allt land eru atvinnufyrirtæki af ýmsum stærðum sem nýta raforku til sinnar starfsemi. Má þar til að mynda nefna fiskimjölsverksmiðjur sem nýtt hafa ótryggt rafmagn (þ.e. umframframleiðslugetu) til sinnar starfsemi. Sveitarfélög um allt land hafa skipulagt iðnaðarsvæði, þar sem gert er ráð fyrir ýmiss konar iðnaði. Það er ljóst að þær áætlanir geta ekki orðið að veruleika nema meginflutningskerfi raforku um landið verði styrkt.

Í þeirri framtíðarsýn sem sýnd er á mynd 4 er ekki tekið tillit til mögulegrar sæstrengstengingar við Evrópu.

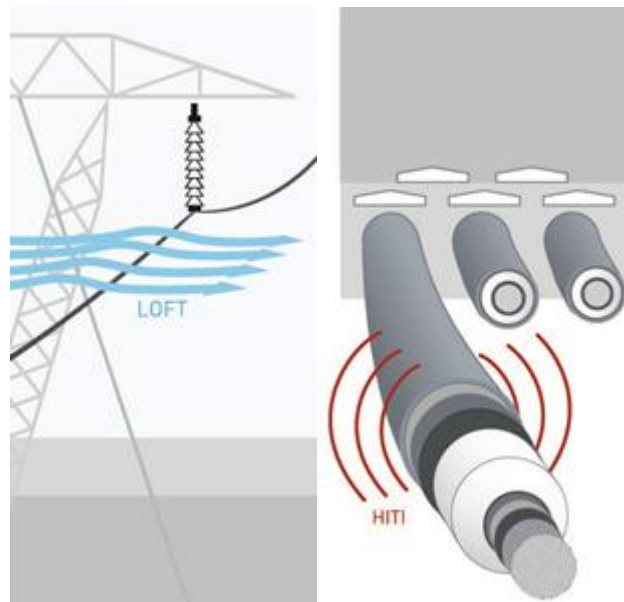
Vaxandi raforkuflutningur milli landsvæða og aukin raforkunotkun ógnar stöðugleika kerfisins og þörf er á að styrkja flutningskerfið til að tryggja afhendingaröryggi raforku og nýta framleiðslugetu raforkukerfisins betur.

7.Samanburður á tækni

Til þess að flytja raforku frá framleiðanda til notanda þarf bæði straum og spennu. Þegar auka á flutning um raflínu þarf annað hvort að hækka spennuna á línunni eða auka strauminn því orkuflutningurinn er margfeldi af straum og spennu. Öllum orkuflutningi fylgja þó töp vegna viðnáms sem koma fram sem hiti á leiðaranum sem straumurinn fer eftir og verður tapið því meira sem straumurinn er meiri. Ef til dæmis straumur tvöfaldast, aukast töpin í línunni fjórfalt og yfir langar vegalengdir geta þessi töp orðið til þess að flutningslínán verður ónothæf til flutnings á raforku. Því er nauðsynlegt að hækka spennuna þegar flytja þarf mikla orku yfir langar vegalengdir. Þetta á við t.d. frá virkjunum á hálendi Íslands til Suðvesturlands. Þannig er hægt að minnka sýnileika af völdum loftlínanna þar sem t.d. ein 400 kV lína getur flutt 10-falt meira rafmagn en venjuleg 132 kV lína.

Einangrun og flutningsgeta

Leiðarar sem flytja rafmagn þurfa að vera einangraðir frá jörðu og jarðtengdum hlutum. Til þess að einangra leiðara loftlína frá háspennumöstrum eru yfirleitt notaðar einangrunarskálur úr gleri eða postulíni. Því hærrí sem spennan á línunni er, því fleiri skálur þarf til að einangra línuna. Að öðru leyti er það andrúmsloftið í kringum leiðara línurnar sem einangrar hann frá jörðu. Sama gildir um loftið eins og einangrunarskálarnar, því hærrí sem spennan á línunni er, því meira loftbil þarf að vera á milli jarðar og leiðara línunnar (þ.e. hærrí möstur). Meginkostur þess að nota loft sem einangrara er að andrúmsloftið kællir leiðara línanna og eykur flutningsgetuna eftir þeim enn frekar samanborið við önnur efni sem notuð eru til einangrunar í jarðstrengjum.



Mynd 5: Loftlínur eru einangraðar með andrúmsloftinu en jarðstrengir með plastefnum eða olíubleyttum pappa

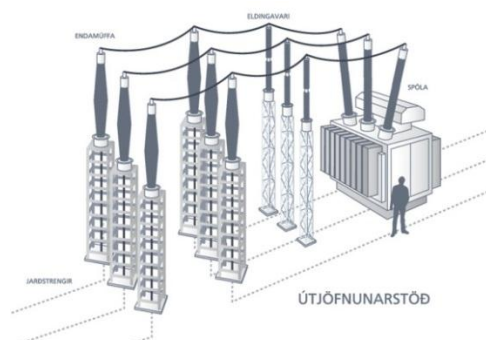
Jarðstrengur er einangraður á allt annan hátt en loftlína og þarf einangrun hans að vera margfalt betri. Leiðari í jarðstreng er vafinn inn í mörg lög af einangrandi efni eða steyptur inn í einangrun úr gerviefnum. Utan um einangrunina koma síðan lög til verndar henni og yst er kápa úr þykku plastefni. Öll þessi lög af einangrandi efni utan um leiðarann, auk þeirrar staðreyndar að hann er grafinn ofan í jörðina, hafa í för með sér

að leiðarinn fær ekki samsvarandi kælingu og þegar um loftlínu er að ræða. Því hitnar leiðari jarðstrengs mun meira en samsvarandi leiðari loftlínu. Þetta veldur því að flutningsgeta jarðstrengs er minni en loftlínu með sama leiðarþversnið. Hægt er að auka flutningsgetu jarðstrengslagna með því að auka leiðarþversnið, en stærð leiðarans eru þó takmörk sett af ýmsum ástæðum, bæði framleiðslulega og lagnalega séð. Þetta eru ekki einu þættirnir sem hafa áhrif á flutningsgetu jarðstrengja. Fjarlægð á milli fasaleiðaranna þriggja og fjarlægð á milli strengjasetta hafa einnig mikil áhrif. Ef strengirnir eru lagðir of nálægt hverjum öðrum, til að spara pláss, minnkar kæling strengjanna og flutningsgetan verður minni. Á sama hátt hafa aðrir varmagjafar nálægt strengjunum áhrif á flutningsgetuna, t.d. jarðhiti eða hitaveiturör. Viðnám málmis eykst með vaxandi hitastigi og eru flutningstöp meiri eftir því sem hann er heitari.

Eins og fyrr segir er hægt að auka flutningsgetu jarðstrengja upp að vissu marki með því að auka leiðarþversniðið en aukning umfram það útheimtir lagningu fleiri jarðstrengssetta. Kostnaður við jarðstrengjakerfi vex því hratt með auknum flutningskröfum. Þar sem flytja þarf mikla orku eftir strengjum, t.d. í stórborgum, eru oft lögð sérstök strenggöng með loftkælingu til að ná fram nægilega mikilli flutningsgetu. Loftlínur hafa þann kost fram yfir jarðstrengi að auðvelt er að auka flutningsgetu þeirra umtalsvert án mjög mikils tilkostnaðar, til dæmis með því að velja stærri leiðara eða nota fleiri en einn leiðara í fasa, án þess að gera þurfi umtalsverðar breytingar á möstrum.

Rýmdaráhrif

Raftæknilegir eiginleikar loftlína og jarðstrengja eru gjörólíkir. Rýmdaráhrif jarðstrengja eru margfalt meiri en loftlína eða um 20 – 50 falt, en rýmd takmarkar flutning raunafls og gera spennustýringu í flutningskerfinu erfiðari þegar lengd strengja vex. Með rýmdaráhrifum er átt við það að strengurinn virkar eins og þéttir, þ.e. framleiðir launafl. Launafl framleiðir ekki neina vinnu og tekur pláss af flutningi raunafls. Þessi launaflsframleiðsla veldur því að á móttökuenda verður raunafl takmarkað. Takmörk eru því fyrir því hve langir strengir geta orðið, án þess að gripið sé til útjöfnunar á þessum rýmdaráhrifum. Slík útjöfnun er gerð með því að reisa útjöfnunarstöðvar ofanjarðar til þess að eyða launaflinu sem myndast í þeim. Eftir því sem rekstrarspennan er hærri þeim mun styttra er á milli slíkra stöðva. Á 220 kV spennustigi eru slíkar stöðvar með 40 – 50 km millibili en það getur farið niður í 15 – 20 km á 400 kV spennustigi. Spólurnar auka ekki aðeins kostnaðinn við strenglagnir til muna, heldur þarf oft töluvert pláss undir launaflsjöfnunarstöðvar. Þær eru að jafnaði yfirbyggðar og líkjast litlum tengivirkjum.

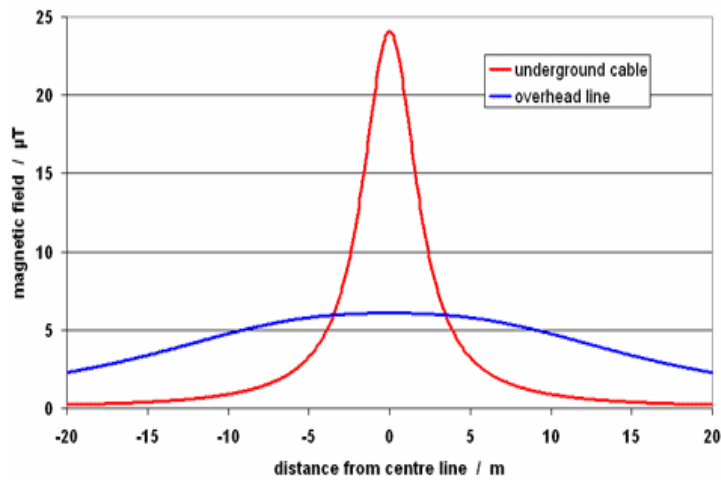


Mynd 6: Mynd af hefðbundinni launaflsjöfnunarstöð

Segulsvið

Þegar straumur fer um leiðara myndast segulsvið. Umhverfis loftlínur er hámarksstyrkur segulsviðs beint undir henni en dofnar fljótt þegar fjarlægð frá línunni eykst. Segulsvið í kringum jarðstrengi er, eins og hjá loftlínunum, mest beint yfir strengjunum og er styrkur þess reyndar margfalt meiri en loftlína við þessa miðlínu. Styrkurinn dvínar hins vegar mjög hratt til hliðanna þannig að styrkur segulsviðs af völdum jarðstrengs kemur fram sem mjög há og mjó kúrfa á meðan styrkur segulsviðs af völdum loftlína er lægri og breiðari kúrfa.

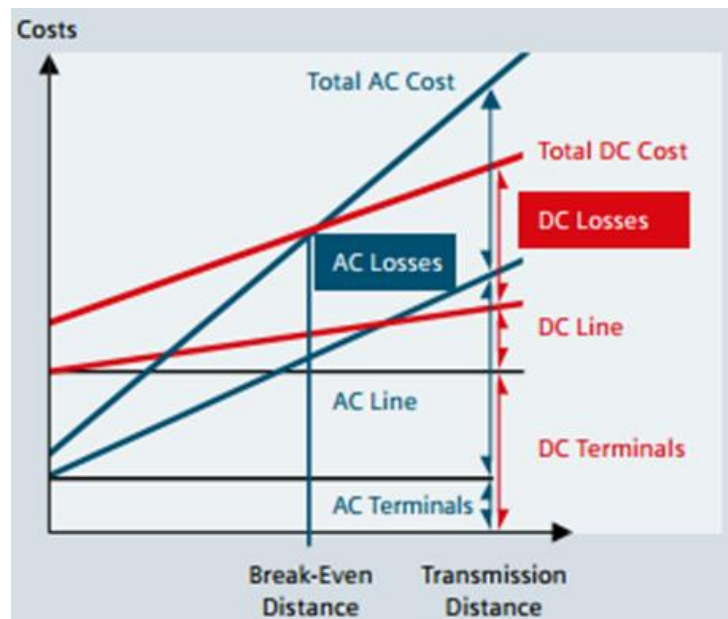
Töluverð umræða hefur verið um að segulsvið í kringum háspennulínur hafi skaðleg áhrif á heilsu fólks. Margar rannsóknir hafa verið framkvæmdar en þær hafa ekki gefið skýr svör um slík skaðleg áhrif. Þær hafa þó sýnt takmarkaða tengingu segulsviðs við hvítblæði hjá börnum sem dvelja langdvölum í stöðugu segulsviði[7], sjá nánar á Vísindavef Háskóla Íslands. Viðmiðunarmörk Evrópusambandsins fyrir dvöl um lengri tíma í segulsviði eru 100 μ T



Mynd 7: Samanburður á segulsviði frá loftlínu og jarðstreng

Hvernig er hægt að leggja strengi til útlanda ef þeir eru ekki tæknilega fýsilegir á landi

Þegar rafmagn er flutt á milli landa um langar vegalengdir er notast við jafnstraum. Flutningskerfi raforku notast hinsvegar við riðstraum. Afriðunarstöðvar þarf til að umbreyta riðstraum yfir í jafnstraum áður en raforkan er flutt um slíka strengi.



Mynd 8: Samanburður á hagkvæmni jafnstraums (DC) og riðstraums (AC) eftir vegalengd [10]

Orkuflutningur með jafnstraumstækni er í stöðugri þróun. Jafnstraumsstrengir eru einfaldari að gerð en strengir fyrir riðstraum og mörg þeirra kerfislegu vandamála sem fylgja riðstraumsstrengjum eru ekki fyrir hendi. Loftlínur fyrir jafnstraumsraforkuflutning eru líka einfaldari en sambærilegar línur fyrir riðstraumsflutning.

Aðalkostnaðurinn við nýtingu jafnstraums til orkuflutnings liggur í endabúnaðinum. Sá kostnaður er það mikill að jafnstraumsorkuflutningur er ekki raunhæfur nema um sé að ræða mikið magn raforku sem flytja þarf mjög langa vegalengd (fleiri hundruð kílómetra).

Magn orku og vegalengdir þurfa að vera orðnar mjög miklar áður en hagkvæmt er að nota jafnstraum til orkuflutnings.

8. Samanburður á kostum og göllum jarðstrengja

Kostir loftlína

- Hlutfallslega ódýr mannvirki, bæði hvað varðar stofn- og rekstrarkostnað.
- Afturkræf mannvirki
- Langur líftími (50-70 ár).
- Einföld tækni sem byggir á einangrunargetu andrúmsloftsins.
- Auðvelt að greina bilanir og fljótlegt að gera við ef eitthvað bilar.
- Vinnuflokkar hérlandis vel þjálfaðir og vanir línuviðgerðum.
- Áreiðanleiki og tiltæki loftlína er hátt, eins og þær hafa verið hannaðar og byggðar hér á landi.
- Jarðrask er yfirleitt ekki mikið við lagningu loftlína.
- Landbúnaður, að undanskilinni mikilli trjárækt, þrífst vel undir og í nálægð háspennulína.
- Varnarbúnaður fyrir línur er einfaldur og byggir á áralangri þróun.
- Yfirleitt er auðvelt og ódýrt að auka flutningsgetu loftlína síðar með skipti á leiðurum og/eða spennuhækkun.

Kostir jarðstrengja

- Minni sjónræn áhrif en hjá loftlínunum.
- Rannsóknir sýna að fólk sættir sig betur við t.d. segulsvið frá strengjum heldur en línunum, jafnvel þó það sé meira frá strengjunum, einfaldlega af því að þeir sjást ekki.
- Lagning neðanjarðar hefur ótvíræða kosti í miklu þéttbýli.
- Ekki eins viðkvæmir fyrir skammtíma veðurfarslegum þáttum svo sem:
 - Ísingu
 - saltmengun
 - vindi
- Engin hættu á að tæki rekist í strengi ofanjarðar ef þau eru á ferðinni eða að vinna.
- Áflug fugla er ekki vandamál.
- Bilanir sjaldgæfar.

Gallar loftlína

- Sýnileiki í landslagi / sjónræn áhrif
- Áhrif á hljóðvist, sem er tvíþætt:
 - Vindgnauð – hverfur oft í öðrum hávaða en getur verið talsvert mikill í miklum vindi.

- Blik (corona) – yfirleitt ekki mikið en getur orðið áberandi í röku en stilltu verði.
- Trufnanir vegna veðurs algengari en hjá jarðstrengjum en áhrif eru yfirleitt ekki langvarandi. Viss hættu er á slysum á vegum úti, t.d. geta tæki eða bílar rekist upp undir eða í leiðara.
- Ekki er leyfilegt að rækta há tré undir loftlínunum.
- Áflug fugla hugsanlegt.

Gallar jarðstrengja

- Jarðstrengir eru mun dýrari en loftlínur með sambærilega flutningsgetu. Í sumum tilvikum, á hárrí spennu og við mikla flutningsgetu, getur munurinn verið allt að 10-12 faldur.
- Hlutfallslega stuttur líftími (30-40 ár).
- Rýmd í strengjum takmarkar orkuflutning og þarf þá útjöfnunarstöðvar með jöfnu millibili, þetta eru umfangsmikil mannvirki sem eru ofanjarðar. Þetta á sérstaklega við þegar spennustigið hækkar og missa þá kostir þess að hafa flutningskerfið neðanjarðar að vissu leyti gildi sitt.
- Mun algengara er að rafmagnleysi verði vegna þess að strengir eru grafnir í sundur heldur en að einhver rekist upp í línur.
- Viðgerðatími mun lengri en fyrir loftlínur. Fá verður sérhæfða viðhaldsflokka erlendis frá. Afdrífariþari bilanir.
- Bilaleit tafsöm.
- Bilanir eru ekki sýnilegar og verður því alltaf að finna þær með tæknilegum aðferðum.
- Í lok líftíma jarðstrengja vex bilanatíðni þeirra mjög ört.
- Mikið strengvædd kerfi geta verið tæknilega erfið í rekstri. Sérstaklega geta orðið vandamál vegna eigintíðni og vegna enduruppkeyrslu eftir straumleysi. Einnig geta komið upp spennuvandamál í eyjarekstri.
- Talið er að jarðstrengir séu viðkvæmari en loftlínur fyrir náttúrhamförum svo sem:
 - Flóðum,
 - Jarðskjálftum
 - Skriðuföllum.
 - Jarðskrið
- Öll jarðvinna nálægt strengjum, þar með talin vinna tengd landbúnaði er óæskileg og hættuleg.
- Meira jarðrask fylgir jarðstrengjum. Einnig þarf að gæta að áhrifum eins og upphitun (þornun) á jarðvegi í kringum strengi.

- Ekki er hægt að auka flutningsgetu lagnaleiða þegar um streng er að ræða nema með því að fjölga strengjum eða endurnýja strenginn.

9. Afhendingaröryggi

Ótiltæki raforkuflutningslína hefur afgerandi áhrif á afhendingaröryggið. Óteltækið ræðst af tveimur meginþáttum; bilanatíðni og viðgerðartíma. Úr truflanaskráningu Landsnets eru reglulega unnar upplýsingar um áreiðanleika flutningskerfisins[8]. Út frá skráðum truflunum á árabílinu 2001 – 2010 hefur bilanatíðni 220 kV loftlína verið reiknuð sem

$$\lambda = 0,4 \text{ truflanir/ári/100 km}$$

með viðgerðartíma

$$r = 6,9 \text{ klst/truflun}$$

Þetta þýðir óteltæki upp á

$$U = 2,76 \text{ klst/ári/100 km}$$

Eðli málsins samkvæmt eru, í skráningum Landsnets, ekki til neinar samsvarandi upplýsingar um 220 kV jarðstrengi. Því þarf að leita á erlend mið. Samtökin CIGRÉ (Conseil International des Grands Réseaux Électriques) gefa út mikið af upplýsingaefni. Í skýrslu sem gefin var út árið 2009[9] eru teknar saman niðurstöður viðamikillar könnunar á m.a. bilanatíðni og viðgerðartíma jarðstrengslagna á spennubílinu 60 – 500 kV.

Helstu niðurstöður þessarar könnunar eru að bilanalíkur jarðstrengs (XLPE, þ.e. einangraður með krossbundnu pólýetýleni) á spennubílinu 220 – 500 kV eru

$$\lambda = 0,133 \text{ truflanir/ári/100 km}$$

eða um 1/3 af bilanatíðni 220 kV loftlína Landsnets. Samkvæmt sömu könnun er meðalviðgerðartími hins vegar 25 dagar fyrir jarðstrengi á spennubílinu 220 – 500 kV. Í því samhengi er rétt að benda á tvennt: Annars vegar lengist viðgerðartími með aukinni rekstrarspennu, þ.e. gera má ráð fyrir því að það taki lengri tíma að gera við streng með 500 kV spennu heldur en 220 kV. Hins vegar þarf að líta til þess að við útreikninga á þessum viðgerðartíma er stuðst við 1000 km af strengjum á spennubílinu 315 – 500 kV en 4500 km af strengjum á bílinu 220 – 314 kV, þ.e. mikill meirihluti strengjanna er á bílinu 220 – 314 kV. Af því má draga þá ályktun að útreiknaður meðalviðgerðartími (25 dagar) sé ekki fjarri lagi. Það er að minnsta kosti ljóst að viðgerðartími háspenntra jarðstrengja er mun lengri en fyrir tilsvareandi loftlínu. Þar með er óteltæki háspenntra jarðstrengslagna mun meira en loftlínulagna og afhendingaröryggi raforku því verulega lakara.

Afhendingaröryggi jarðstrengja er lakara en loftlína vegna langs viðgerðartíma.



Mynd 9: Til vinstri bilun á 220 kV Brennimelslínu 1, viðgerðartími 30 klst. Til hægri bilun á 132 kV Nesjavallalínu 1, viðgerðartími 9 dagar.

10. Samanburður á kostnaði jarðstrengja og loftlína

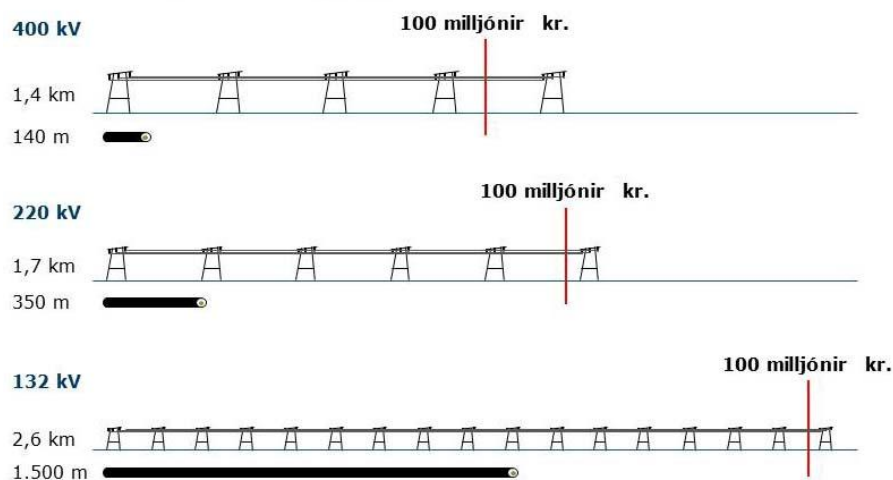
Þegar borinn er saman kostnaður við línu- og jarðstrengslausnir má gera það á grundvelli stofnkostnaðar eða líftímakostnaðar þar sem tekið er tillit til alls kostnaðar sem fellur til á líftíma mannvirkisins.

Í almennum samanburði er erfitt að áætla líftímakostnað þar sem forsendur geta verið misjafnar milli verkefna. Þau atriði, önnur en stofnkostnaður, sem helst hafa áhrif við samanburð á líftímakostnaði eru eftirfarandi:

- Líftími mannvirkis: Almennt er talið að endingartími strengja sé 30 - 40 ár, en loftlínur geta staðið í 50 - 70 ár án mikils viðhalds.
- Flutningstöp: Velja þarf stærri leiðara í jarðstrengjum en í loftlínunum til að anna sama flutningi. Því verða flutningstöp í jarðstrengjum minni, miðað við sömu flutningsgetu.
- Kostnaður vegna förgunar getur verið mismikill.

Stofnkostnaður við lagningu jarðstrengja á Íslandi hefur verið metinn út frá upplýsingum frá strengjaframleiðendum, verkefnum sem unnin hafa verið hér á landi og áætluðum kostnaði við jarðvinnu.

Hvað fæst fyrir 100 milljónir króna ?



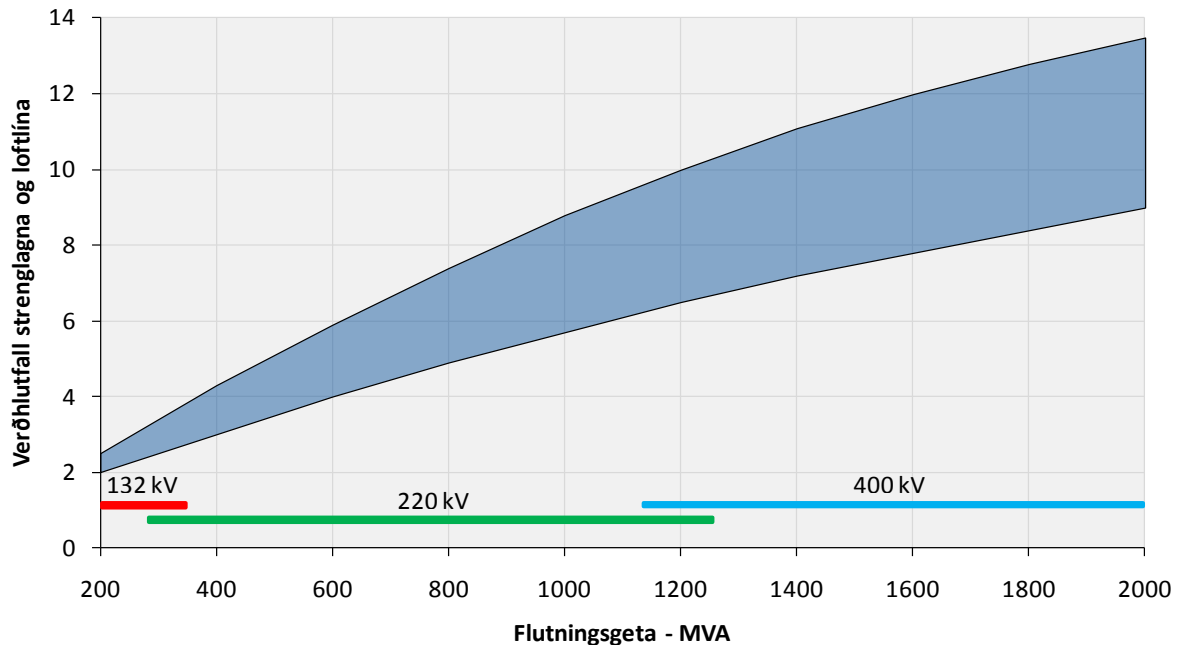
Mynd 10: Samanburður á lengd flutningseiningar miðað við 100 mkr. stofnkostnað

Lykilatriði við kostnaðarsamanburð

Vert er að benda á tvö mikilvæg atriði við þennan samanburð:

- Með hærri flutningsspennu eykst kostnaðarmunur jarðstrengja og loftlína.
- Það er tiltölulega ódýrt að auka flutningsgetu loftlínu á tiltekinni spennu, en kostnaður við að auka flutningsgetu jarðstrengja er mikill. Þetta ræðst af því að takmarkanir eru á stærð strengja og því þarf að leggja fleiri en eitt strengjasett samhliða til að ná mikilli flutningsgetu.

- Ekki er tekið tillit til kostnaðar vegna útjöfnunarstöðva sem þarf að setja upp við flutning um jarðstrengi yfir lengri vegalengdir.



Mynd 11: Verðhlutfall stofnkostnaðar strenglagna og loftlína byggt á áætluðum framkvæmdakostnaði, verðlag janúar 2011

Blönduð leið jarðstrengs og loftlínu

Mögulegt er að hafa styttri kafla flutningsrásar í jarðstreng í stað loftlínu. Jarðstrengur gæti til dæmis legið meðfram viðkvæmum svæðum til lágmarka sýnileika eða næst þéttbýli. Ef leggja ætti tíu prósent (tveir 5 km leggir) nýrrar 220 kV loftlínu sem er 100 km löng með 470 MVA flutningsgetu í jörð myndi stofnkostnaður flutningsrásarinnar hækka um 30 prósent. Ef flutningsgetan er hækkuð í 800 MVA myndi kostnaðaraukingin fara úr 30 prósent í 40 prósent. Á þessum dæmum sést að blönduð leið myndu hækka stofnkostnað verulega, rýra afhendingaröryggi og hafa bein áhrif á gjaldskrá Landsnets.

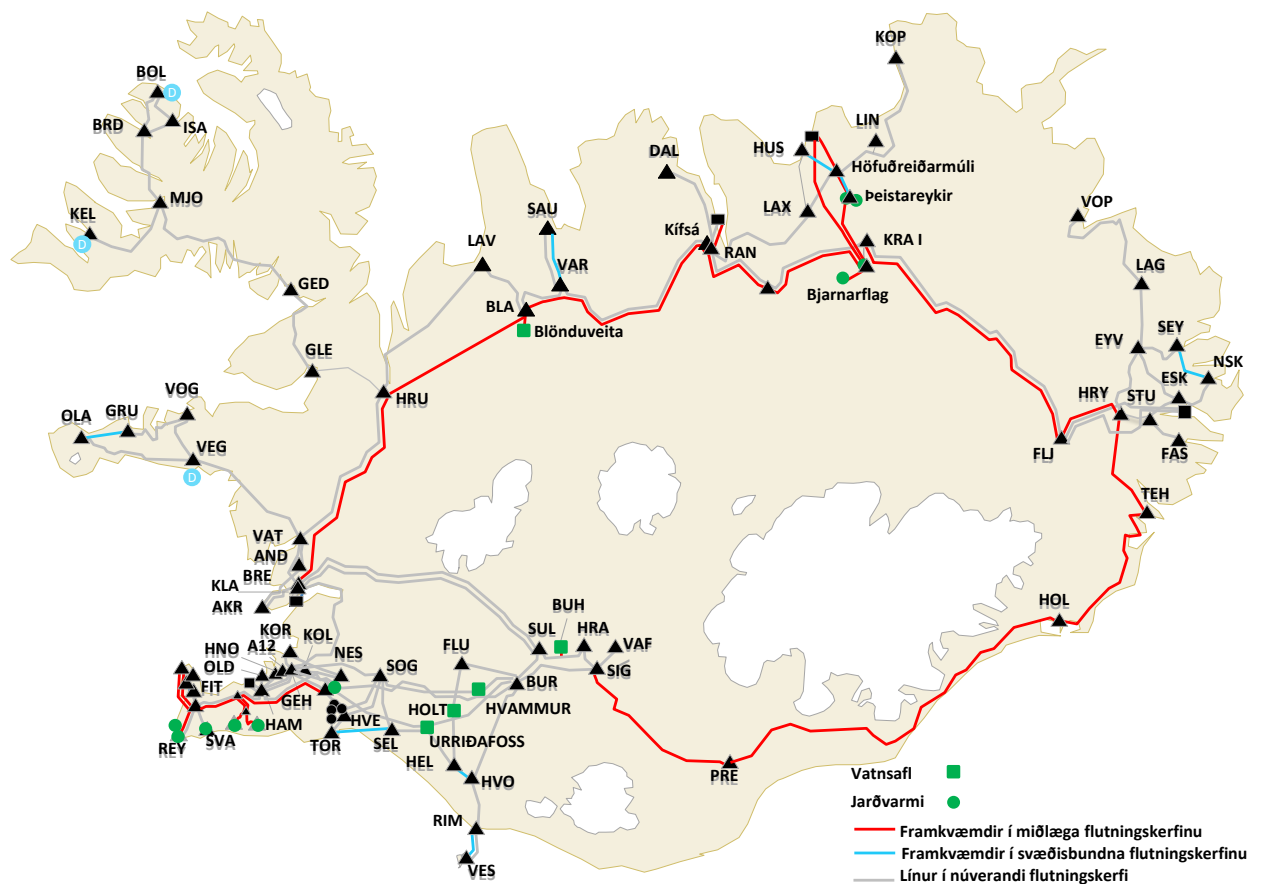
Að sama skapi ef öll loftlínan yrði grafin í jörð myndi stofnkostnaður framkvæmdarinnar fimmfaldast fyrir fyrri tenginguna og sexfaldast fyrir þá síðari.

Til samanburðar við umræðuna í þjóðfélaginu að undanfögnu myndi þessi umframkostnaður við að leggja þessa 100 km af 800 MVA jarðstreng alfarið í jörðu samsvara til rúmlega fjögurra Vaðlaheiðarganga.

Við flutning á litlu afli, þ.e. við litla flutningsþörf, eru jarðstrengir í mörgum tilvikum jafnir loftlínunum í kostnaðarsamanburði. Eftir því sem kröfur um flutningsgetu aukast og spennustig hækkar verður kostnaðarmunur á jarðstrengjum og loftlínunum meiri. Ef 10 % flutningsrásar er neðanjarðar á hæstu spennustigum veldur það 30-40 % aukningu á stofnkostnaði.

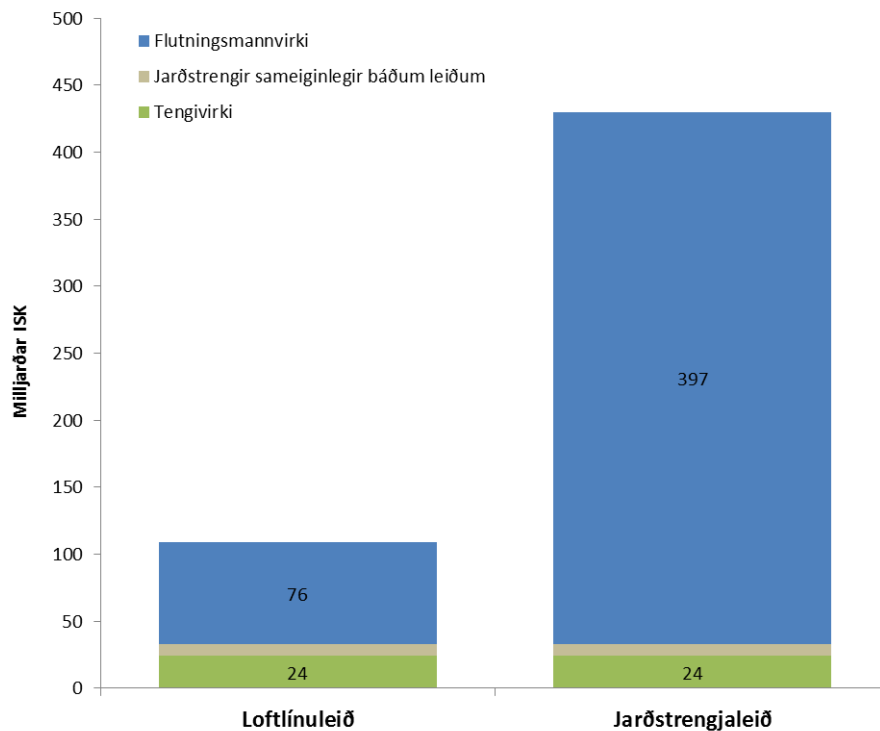
11. Áhrif jarðstrengjavæðingar á gjaldskrá Landsnets

Að undanfögnu hefur Landsnet unnið að áætlunum að styrkingu flutningskerfisins til framtíðar í samræmi við rammaáætlun og áætlun iðnaðarsvæði á Íslandi



Mynd 12: Áætlaðar styrkingar í flutningskerfi raforku til 2025

Á mynd 12 má sjá fyrirhugaðar styrkingar í miðlæga flutningskerfinu og framkvæmdir í svæðisbundna flutningskerfinu fram til 2025. Þær framkvæmdir sem munu nýtast öllum notendum kerfisins eru rauðmerktar og þær framkvæmdir sem þjóna afmörkuðum svæðum eru ljósbláar.



Mynd 13: Samanburður á kostnaði við styrkingar flutningskerfisins fram til 2025

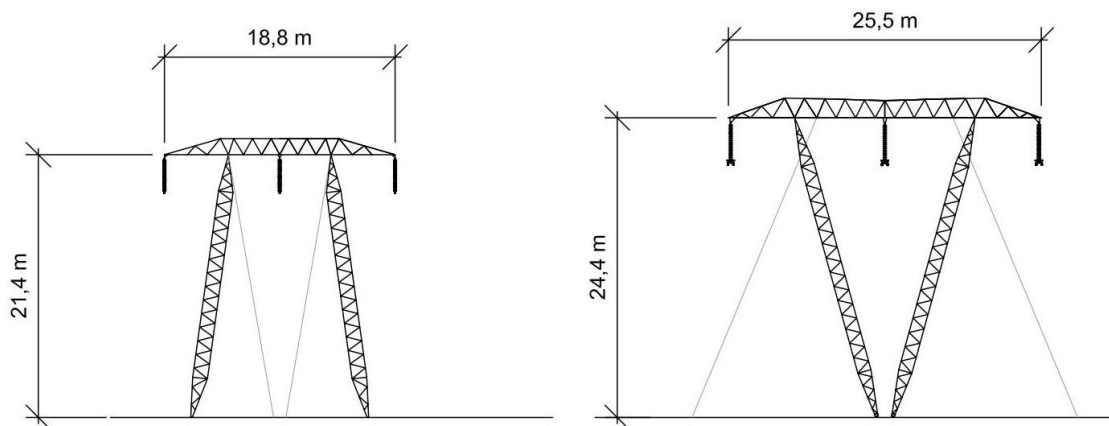
Þegar skoðaður er kostnaður við að leggja jarðstrengi í stað þeirra loftlína sem Landsnet hefur áætlað, er hann 5,2 faldur. Ef heildarkostnaður er skoðaður með tengivirkjum og þeim jarðstrengjum sem áætlaðir hafa verið er kostnaður 3,9 faldur. Viðbótarkostnaður vegna jarðstrengja gæti numið 320 milljörðum króna. Vegna þessa viðbótarkostnaðar má gera ráð fyrir að gjaldskrá vegna flutnings á raforku geti tvö- til þrefaldast fram til ársins 2025 ef allar nýjar flutningslínur verða lagðar í jörðu.

Ef áætlaðar styrkingar flutningskerfisins fram til 2025 verða í jörðu mun það fjórfalda stofnkostnaðinn og gjaldskrá flutnings mun tvö- til þrefaldast.

12. Áherslur Landsnets í umhverfismálum

Eitt af markmiðum Landsnets er að koma fram af virðingu við umhverfið og tryggja að ekki verði óþarfa röskun á því vegna starfsemi fyrirtækisins. Landsnet stefnir markvisst af því að reisa fáar en öflugar flutningslínur í stað margra smárra til þess að lágmarka umhverfisáhrif flutningskerfisins. Því hafa nokkrar loftlínur verið reistar á 400 kV en þó reknar á 220 kV til þess að undirbúa kerfið undir frekari spennuhækkun ef þörf er á.

Flutningur loftlína á 132 kV spennustigi liggur í bilinu 150 – 300 MVA. Þegar spennan er orðin 220 kV er flutningur á bilinu 300 - 1100 MVA. Loftlínur á 400 kV geta flutt frá 1100 – 2000 MVA. Ljóst er að á því hærra spennustigi sem kerfið er rekið á þarf færri flutningsrásir til að flytja til meginafhendingarstaða.



Mynd 14: Samanburður á stærð 220 kV og 400 kV flutningsmannvirkja

Sem dæmi um mikla flutningsaukningu sem hefur tiltölulega lítil aukin umhverfisáhrif má að 400 kV línur eru um 3 m hærra en 220 kV línur þegar staursetning þeirra hefur verið bestuð. En með þessu er flutningsgetan tvöfölduð. Það þýðir að færri möstur þarf þegar um 400 kV er að ræða en 220 kV. Í fjarlægð frá 220 kV og 400 kV loftlínunum sést lítill munur á hæð þeirra og reynt er að fella línurnar að landslagi svo að sýnileiki þeirra sé sem minnstur.

Landsnet byggir fáar loftlínur með mikla flutningsgetu til að lágmarka áhrif flutningskerfi raforku á umhverfið.

13. Samanburður á umhverfisáhrifum

Umhverfisáhrif jarðstrengja á lægri spennustigum eru lítil því víðast hvar er hægt að plægja strenginn niður. Í grasi grónu landi má á tiltölulega stuttum tíma endurheimta þá ásýnd sem var áður á svæðinu. Á lægri spennu (11 kV - 33 kV) eru jarðstrengir notaðir fyrir flestar nýjar línuleiðir, enda kostur en loftlínur, og í einstaka tilvikum er farið að leggja 132 kV strengi í dreifbýli vegna umhverfissjónarmiða. Í því samhengi má nefna að í dreifikerfi Raríks í dag, er 43 % í jörðu af 8.282 km [11].



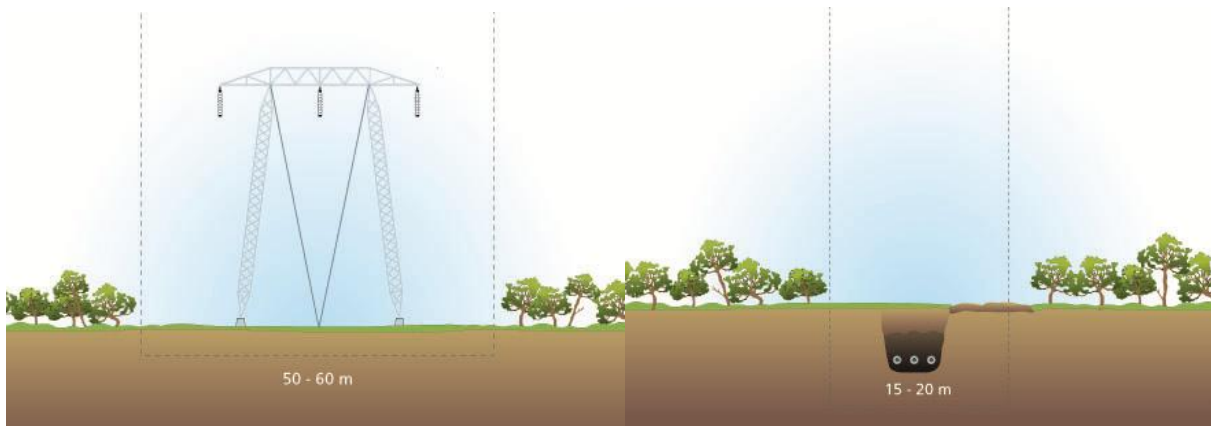
Mynd 15: Til vinstri lagning 11 kV strengs, fyrir miðju lagning 132 kV strengs og til hægri lagning 400 kV strengs.



Mynd 16: Til vinstri eftir lagningu 132 kV strengs til hægri eftir lagningu 400 kV strengs.

Umhverfisáhrif jarðstrengja vaxa með hækkandi spennustigi. Vegslóði vegna viðgerða þarf að vera meðfram strengleiðinni og yfirleitt er ekki hægt að ganga frá yfirborðinu þannig að ásýndin verði óbreytt.

Umhverfis loftlínur og jarðstrengi er skilgreint helgunarsvæði af öryggisástæðum og er ekki leyfilegt að byggja varanleg mannvirki á því.



Mynd 17: Samanburður á helgunarsvæði loftlínu og eins jarðstrengjasetts

Loftlínur þurfa ákveðið landrými og takmarka aðra nýtingu þess lands. Breidd helgunarsvæðisins fer eftir spennunni á línunni. Það er 50-60 m fyrir 220 kV línur og allt upp í 75-90 m fyrir 400 kV línur. Helgunarsvæði eru ekki af staðlaðri breidd, heldur ákvörðuð í hverju tilviki eftir gerð mannvirkisins, aðstæður í landslagi og í samræmi við íslenska staðla um loftlínur.

Fyrir 220 kV jarðstrengjasett er áætlað að þurfi um 12 m helgunarsvæði, auk þess sem gera þarf ráð fyrir akstursleið meðfram strengnum og svæði fyrir uppgröft. Ef strengjasettin eru tvö stækkar svæðið í 14 m o.s.frv miðað við lágmarksfjarlægð milli strengsetta með tilliti til raffræðilegra takmarkana. Þessar tölur eru þó ekki algildar og háðar ýmsum þáttum, t.d. því hvernig strengur er lagður, hvaða spenna er á honum, fjarlægð á milli strengjanna í settinu og hvaða kröfur eru gerðar til aðgengis að strenglöggn til viðhalds o.þ.h. Á helgunarsvæði jarðstrengja má ekki byggja og flestur trjágróður er bannaður því rôtarkerfið getur valdið skaða á strengjunum. Jafnframt þarf landrými undir launafslúttjöfnunarstöðva með jöfnu millibili á strengleiðinni þegar um lengri strengi er að ræða.

Rask við byggingu loftlínu felst að mestu í lagningu vegslóða meðfram línuleiðinni og gerð undirstaða og vinnusvæðis í hverju mastursstæði. Að loknum framkvæmdum er loftlínan yfirleitt áberandi í landslaginu, einkum þegar möstrin eru ný og galvanhúðin glansandi. Með tímanum dregur úr glansinum og þá falla möstrin betur inn í landslagið. Reynt er að koma í veg fyrir að loftlínur beri við himinn. Í nýrri möstur hérlendis eru notuð stög frekar en stórar undirstöður sem léttir möstrin til muna og gerir þau minna áberandi.

Jarðrask er einnig töluvert við lagningu jarðstrengs. Sýnilegastur er vegslóðinn meðfram öllu strengstæðinu, tengikassar með jöfnu millibili og launafslúttjöfnunarstöðvar til leiðréttingar á faszviki sem krefjast landsrýmis (1-2 þúsund m² þarf fyrir hverja stöð í 220kV streng). Lagningu strengja á hæsta spennustigi (400 kV) fylgir mikið jarðrask og sama gildir ef bilun á sér stað.

Mun auðveldara er að skila landi í sambærilegu ástandi eftir notkun loftlína en jarðstrengja.

Þegar grafa þarf upp streng vegna úreldingar er það talsverð og kostnaðarsöm aðgerð sem veldur svipuðu jarðraski og lagning hans.

Á lægri spennustigum eru umhverfisáhrif jarðstrenga takmörkuð og helgunarsvæði jarðstrengja lítil og því oft betri kostur en loftlínur. Því hærra sem spennustigið er, verður jarðrask vegna lagningar meira og helgunarsvæði stækkar. Auðveldara er að skila landi í sambærilegu ástandi eftir notkun loftlína en jarðstrengja.

14. Þróun á sviði háspennumastra

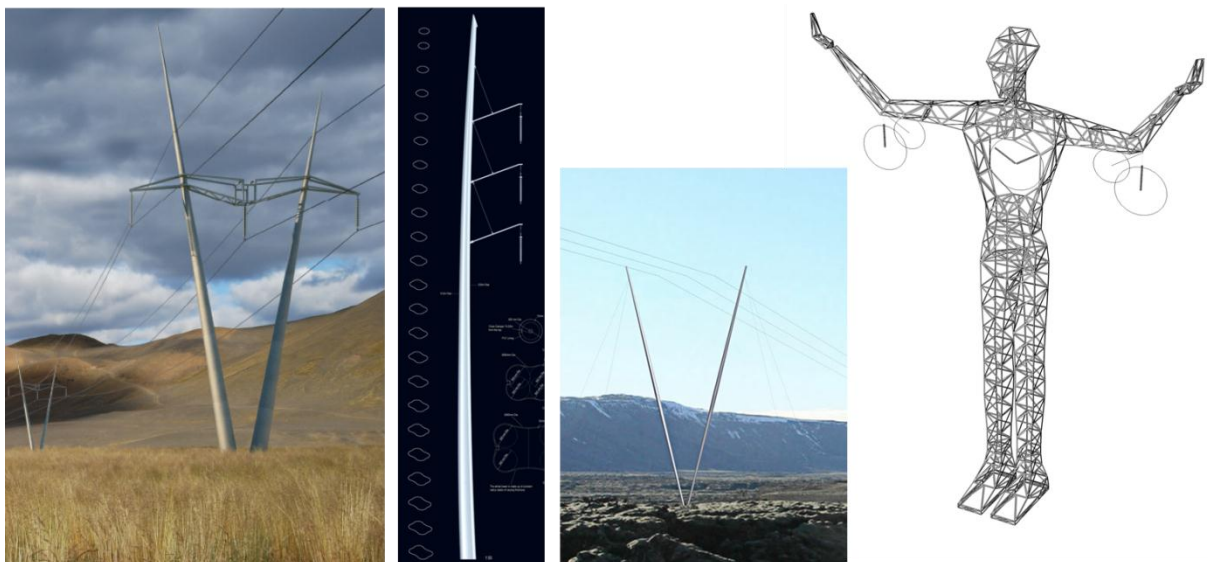
Umtalsverð uppbygging háspennuloftlína er fyrirsjáanleg í Evrópu, sem dæmi er í Finnlandi[12] og Noregi[13] áform um mikla uppbyggingu flutningskerfisins.

Verulegir flöskuhálsar eru í íslenska flutningskerfinu og stefnir Landsnet að því að styrkja það umtalsvert á næstu árum með byggingu hundruða km af loftlínunum. Þróun loftlína hefur verið hæð síðustu ár en hefur helst beinst að betri nýtingu lína sem þegar eru í notkun og hvernig fella megi þær betur að umhverfinu.

Hönnun nýrra háspennumastra

Víða í heiminum er verið að huga að þróun línulagna og nýjum möstrum og tengivirkjum sem falla betur að umhverfinu. Finnar hafa lagt mikla vinnu í hönnun stakra, listrænna mastra sem vekja athygli og á síðustu árum hafa Íslendingar og Norðmenn, og nú síðast Bretar, efnt til alþjóðlegra samkeppna um háspennumöstur framtíðarinnar.

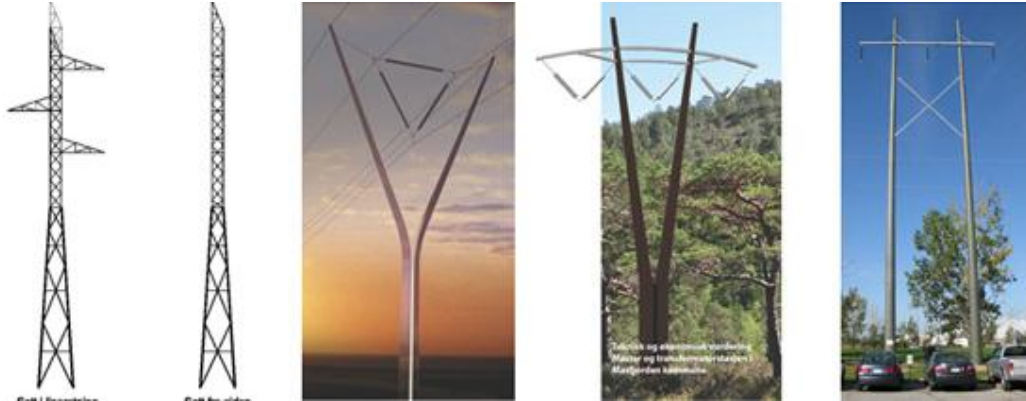
Landsnetssamkeppnin fór fram árið 2008 og voru niðurstöður hennar m.a. til umræðu á norrænni ráðstefnu um framtíðarþróun raforkuflutningskerfa sem Landsnet stóð fyrir árið 2010 undir yfirskriftinni High-Voltage Transmission and the Visual Environment. Í framhaldi af samkeppnum Landsnets og Statnett í Noregi hafa fyrirtækin sett af stað þróunarverkefni sem hafa það að markmiði að búa til háspennumöstur sem meiri sátt geti orðið um en núverandi möstur. Þróun nýrra mastragerða er bæði tíma- og kostnaðarfrek og fylgjast fyrirtækin með vinnu hvors annars og deila upplýsingum. Landsnet og Statnett hafa á síðustu mánuðum hvort um sig unnið með nokkrar mastragerðir, bæði til að nota á lengri línuköflum eða til að byggja sem stök listræn möstur sem vekja athygli. Þær mastragerðir sem Landsnet hefur unnið með eru allar úr hönnunarsamkeppninni sem fyrirtækið stóð fyrir árið 2008.



Mynd 18: Möstur sem hafa verið í þróun hjá Landsneti

Tillögur Statnett

Þær tegundir mastra sem Statnett vinnur að eru annars vegar tillögur sem bárust í samkeppni fyrirtækisins árið 2010 og hins vegar útfærslur á þekktum háspennumastralausnum.



Mynd 19: Möstur sem hafa verið í þróun hjá Statnett

Landsnet vinnur að þróun nýrra tegunda mastra í samstarfi við önnur flutningsfyrirtæki.

15. Vefsvæði Landsnets um loftlínur og jarðstrengi

Í kjölfar umræðu sem varð sl. haust um loftlínur og jarðstrengi, ákvað Landsnet að safna saman á einn stað upplýsingum um loftlínur og jarðstrengi. Hægt er að nálgast vefinn á vefsvæði Landsnets, www.landsnet.is.

Heimildaskrá

1. Energi- og miljøkomiteen. 2011. Vi bygger Norge – om utbygging av strømmettet. Innstilling til Stortinget fra energi- og miljøkomiteen (Innst. 287 S)
2. Svenska Kraftnät. 2009. LUFTLEDNING ELLER KABEL– VAD STYR VÅRT VAL? . Faktablad. Vefslóð:
http://www.svk.se/Global/02_Press_Info/Pdf/Faktablad/Luftledning-kabel-091023.pdf. [Sótt 1. júní 2012.]
3. Unnur Stella Guðmundsdóttir. 2012. *Háspennustrengir, grundvöllur, framtíðarsýn og alþjóðlegt samhengi*. Málþing um háspennulínur og jarðstrengi á Grandhótel
4. National Grid. 2009. *Undergrounding policy: Approach to existing overhead lines*. Vefslóð: <http://www.nationalgrid.com/NR/rdonlyres/44D7B87E-1633-4D81-97DB-54D40E672270/36545/JGPolicyexistinglines1.pdf> [Sótt 1. júní 2012.]
5. Tennet. 2011. *Position Paper: Underground cables and overhead lines*. Vefslóð: http://www.tennet.org/english/images/0511071%20TEN%20PP_Underground_UK_2_tcm43-20322.pdf [Sótt 1. júní 2012.]
6. DG TREN/European Commission. 2003. *Overview of the Potential for Undergrounding the Electricity Networks in Europe*. Vefslóð: http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/studies/doc/electricity/2003_02_underground_cables_icf.pdf [Sótt 1. júní 2012.]
7. Viðar Guðmundsson. „Eru rafsegulbylgjur frá farsímum og öðrum raftækjum skaðlegar heilsunni eða erfðaefninu?“. Vísindavefurinn 1.4.2000. <http://visindavefur.is/?id=308>. (Skoðað 6.6.2012).
8. Landsnet. 2011. *Notkun áreiðanleikareikning í kerfi Landsnets: Endurreiknaðir áreiðanleikastuðlar 2011*. Reykjavík: Landsnet.
9. Working Group B1.10.2009. *Update of Service Experience of HV Underground and Submarine Cable Systems*. Cigré.
10. Siemens. *High Voltage Direct Current Transmission – Proven Technology for Power Exchange*. Vefslóð: http://www.energy.siemens.com/hq/pool/hq/power-transmission/HVDC/HVDC_Proven_Technology_.pdf[Sótt 1. júní 2012.]
11. Rarik. 2011. *Ársskýrsla 2011*. Reykjavík: Rarik.
12. Fingrid. 2011. *Fingrid will raise the grid fees - Necessitated by the extensive capital expenditure programme and rising costs*. Vefslóð: http://www.fingrid.fi/portal/in_english/news_and_releases/press_releases?bid=1332 (Skoðað 1.6.2012).
13. Statnett. 2010. *Nettutviklingsplan 2010*. Vefslóð: <http://www.statnett.no/no/Om-Statnett/Om-kraftsystemet/Langsiktig-nettutvikling/> (Skoðað 1.6.2012).