

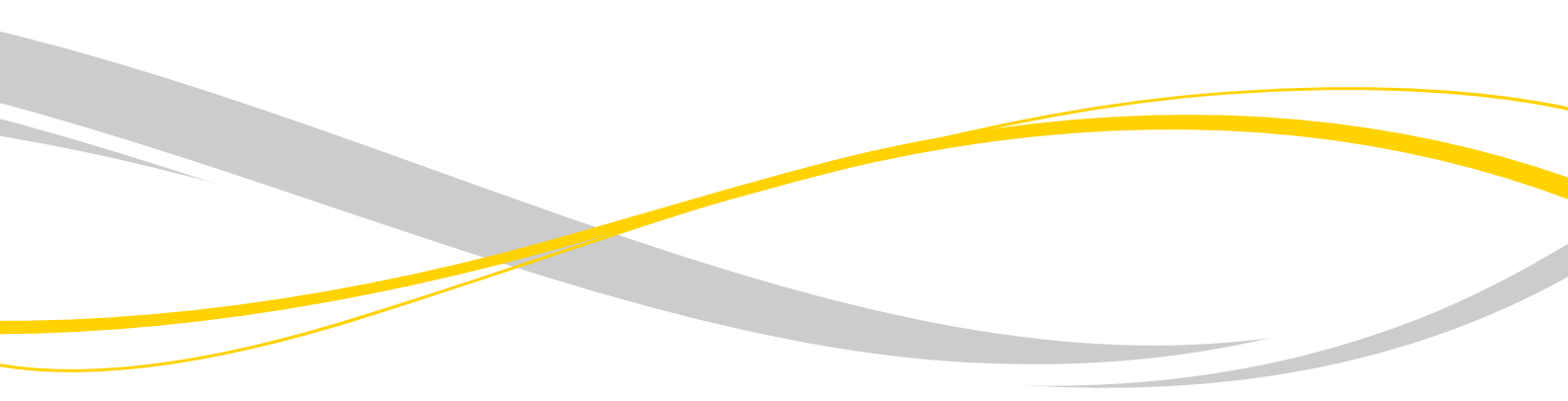


MANNVIT

Landtengingar skipa

Skýrsla

27 júlí 2012





MANNVIT

Mannvit Verkfræðistofa

Grensásvegur 1
108 Reykjavík
Sími: 422 3000
Fax: 422 3001
@: mannvit@mannvit.is
www.mannvit.is



TITILBLAÐ

Skýrsla nr: MV 2012-035	Útgáfunr.: 1	Útgáfudags.: 13.08.2012	Verknúmer: 0-010-347
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Landtengingar skipa			Upplag: 20
			Fjöldi síðna: 29
Höfundur/ar: Bjarni Kristjánsson og Klara Bentsdóttir			Verkefnisstjóri (undirskr.): 
			Yfirfarið (undirskr.): 
Verkkaupi: Ýmsir		Tengiliður verkkaupa:	
Samstarfsaðilar:			
Útdráttur: Skýrslan fjallar um notkun landtenginga og áhrif ljósavéla á umhverfið. Farið er yfir rekstrarfyrirkomulag tenginganna, borinn saman kostnaður landtenginga og ljósavéla. Gerð og ástand búnaðar er skoðað ásamt háspennubúnaði sem þarf til að tengja fraktskip og skemmtiferðaskip. Nokkrar tillögur eru lagðar til að úrbótum landtenginga.			
Efnisorð: landtengingar, háspenna, raforka, ljósavélar, hafnir, skip			

Dreifing:

 Opín öllum starfsmönnum
(Rafræn í bókasafni)

 Lokuð
(Engin dreifing nema með leyfi verkkaupa.)

Breytingasaga:

Útgáfunr	Dags.	Breyting	Höf.	Yfirfarið

Efnisyfirlit

Samantekt og niðurstöður	3
Inngangur	4
Tilgangur	4
Mengun frá ljósavélum	5
CO ₂ frá skipum	5
Reglugerðir.....	6
Stefnumörkun á Íslandi.....	7
Landtengingar	8
Rekstrarfyrirkomulag	8
Kostnaður.....	8
Nýting landtenginga.....	10
<i>Fiskiskip</i>	10
<i>Skemmtiferðaskip</i>	11
<i>Flutningaskip</i>	11
Gerð og ástand búnaðar	12
<i>Höfuðborgarsvæðið</i>	12
<i>Landsbyggðin</i>	13
<i>Norðurlöndin</i>	14
<i>Evrópa</i>	15
<i>Bandaríkin og Kanada</i>	15
Háspennu landtengingar(HVSC)	16
Kerfin ekki samhæfð	16
Tíðni í skipum	17
Spenna á skipum	18
Aflþörf í höfn.....	19
Kostnaður.....	20
Stöðlun.....	21
Tillögur að úrbótum	22
Viðauki A - Útreikningar	23
Viðauki B - Gjaldskrá hafna	26
Heimildaskrá	28

Myndaskrá

Mynd 1 Á myndinni er ECA svæðið afmarkað með dökkbláum lit. (Gossett, 2012).....	6
Mynd 2 Yfirlit um áætlanir brennisteinsinnihald olíu (Knut Marquart, 2012).....	6
Mynd 3 Nýting fiskiskipa og togara á landtengingum í Faxaflóahöfnum árið 2011.	10
Mynd 4 Tengibrunnur, búnaður til landtenginga í Faxaflóahöfnum.	12
Mynd 5 Tengiskápur, búnaður til landtenginga í Faxaflóahöfnum.....	12

Töfluskrá

Tafla 1 - Efni sem fylgja brennslu á olíu.	5
Tafla 2 - Taflan sýnir kostnað skipa í Faxaflóahöfnum árið 2011.....	8
Tafla 3 - Álagning Faxaflóahafna á rafmagni árið 2011.....	9
Tafla 4 - Skipting á tíðnibúnaði um borð í skipum.	17
Tafla 5 - Spenna í skipum.	18
Tafla 6 - Aflþörf skipa.	19
Tafla 7 - Tilboð frá ABB í háspennutengingar.	20
Tafla 8 - Tilboð frá Siemens í háspennutengingar.....	20

Samantekt og niðurstöður

- Notkun landtenginga er betri fyrir umhverfið en notkun ljósavéla þar sem ljósavélum fylgir mikill útblástur mengandi efna. Hvati til notkunar landtenginga er aukin umhverfisvitund á Íslandi og reglugerðir um útblástur.
- Rekstrarfyrirkomulagi landtenginga í dag er þannig háttað að hafnirnar sjá um sölu rafmagns til skipanna. Þetta fyrirkomulag er talið hentugast fyrir reksturinn.
- Sparnaður fylgir notkun landtenginga. Kostnaður við notkun landtenginga er að meðaltali 13,45 kr/kWst en þegar notaðar eru ljósavélar er kostnaðurinn u.þ.b. 41 kr/kWst.
- Gerð og ástand búnaðar í höfnum á Íslandi er nokkuð gott. Ýmist eru tengiskápar eða tengibrunnar á höfnum og í flestum höfnum eru 63 A og 125 A tenglar. Í Hafnarfjarðarhöfn eru 250 A tenglar en það er eina höfnin á Íslandi með svo stóra tengla.
- Einungis fiskiskip og togarar nota landtengingar á Íslandi. Flutningaskip og skemmtiferðaskip eru orkufrek og tengingar sem boðið er upp á ráða ekki við það. Háspennubúnaður er nauðsynlegur til að landtengja þessi skip.
- Háspennutengingar sem þarf til þess að tengja fraktskip og skemmtiferðaskip eru ekki til staðar í höfnum á Íslandi, en verið er að setja slíkar tengingar upp í auknum mæli í höfnum um heim allan. Nauðsynlegt er að tiltækur alþjóðastaðall verði gerður að Evrópustaðli sem fyrst svo hægt verði að samræma búnað.
- Á næstu áratugum er líklegt að bann verði sett á keyrslu ljósavéla í höfnum. Þá verður höfnum gert að bjóða upp á tengibúnað fyrir öll skip.
- Eftirfarandi tillögur eru lagðar til að bæta úr landtengingum:
 - Þegar skip er með krana eða kælivélar í gangi þarf það oft meiri straum en tengillinn ræður við og rafmagni slær út. Með því að tengja annan tengil um borð í skipið minnka líkur á að rafmagnið slái út.
 - Mælt er með að útgerðir haldi raforkunotkun í lágmarki um borð í skipum á meðan skipin eru í höfn til að lækka rafmagnskostnað. Það er til dæmis gert með því að slökkva á ljósum og öðrum búnaði sem ekki er í notkun.
 - Lagt er til að tengibúnaður í nokkrum höfnum á Íslandi verði bættur, tenglum og tengiboxum fjölgað og bil milli tengiboxa minnkað.
 - Veita skal heitu vatni til skipa sem liggja lengi í höfn og þá helst alltaf í sömu legu.

Inngangur

Þegar skip koma í höfn, drepa skipin á aðalvélum sínum en þurfa rafmagn til að halda búnaði og ljósum í gangi um borð. Í höfnum eru tveir möguleikar til að útvega rafmagn til skipa, keyra ljósavélarnar áfram eða tengja skipin landrafmagni. Ljósavélar nota í flestum tilfellum gasolíu til rafmagnsframleiðslu um borð í skipum, en á Íslandi er rafmagn framleitt með umhverfisvænni orku frá vatnsafla og jarðhita.

Einn af helstu hvötum til notkunar landtenginga í stað þess að keyra ljósavélar í höfnum er umhverfisvitund og reglugerðir um mengun sem munu hafa áhrif á öll skip sem stoppa í evrópskum höfnum. Það er einnig mikill hvati ef landtengingum fylgir sparnaður.

Yfirvöld á Íslandi hafa gengist undir samþykktir og markmið um að draga úr losun CO₂. Í því skyni hafa verið settar fram áætlanir um hvernig ná megi þessum markmiðum. Minnkun útblásturs frá skipafloata landsins er hluti þeirra áætlana, þar á meðal að draga úr notkun ljósavéla í höfnum með landtengingum skipa. Einnig eru kröfur um hljóðvist og skipulagshugmyndir um blandaða starfsemi í höfnum, til að auka þrýsting á að skip keyri ekki ljósavélar í höfnum.

Tilgangur

Meginmarkmið skýrslunnar er að kanna

- áhrif ljósavéla á umhverfið og fara yfir reglugerðir.
- rekstrarfyrirkomulag landtenginga.
- kostnað, það er bera saman kostnað við notkun landtenginga og ljósavéla.
- nýtingu landtenginga fyrir mismunandi tegundir skipa.
- gerð og ástand tengibúnaðar.
- stöðu og ástand háspennutenginga um allan heim.
- hvað dregur úr notkun tenginganna, tækni- eða fjárhagsvandamál.
- tillögur að úrbótum.

Mengun frá ljósavélum

Við brennslu á olíu myndast efnin SO_x, NO_x, CO₂, VOC og svifryk og útblástur þessara efna er skaðlegur (tafla 1). Ljósavélunum fylgir einnig hávaði og titringur sem veldur truflunum og neikvæðum áhrifum á heilsu í nálægum byggðum. Hávaði getur valdið heyrnarskerðingu og er oft tengdur við háan blóðþrýsting, skort á svefni og jafnvel árásgjarna hegðun. Hávaði hefur einnig slæm áhrif á dýralíf í kringum höfnina. Ljósavélar eru yfirleitt keyrðar á hlutaálagi í höfnum, þ.e. lélegri nýtni er á olíunni. (Bailey, 2004)

Tafla 1 - Efni sem fylgja brennslu á olíu.

Mengunarefni	Lýsing
SO _x	Brennisteinsoxíð veldur ýmiss konar heilsu- og umhverfisvanda. Hefur ertandi áhrif á nef, háls og lungu, sem leiðir til hósta og þyngsla fyrir brjósti.
Nox	Köfnunarefnisoxíð felur í sér ýmsar efnasamsetningar, eins og NO ₂ og NO. Þessi efnasambönd valda ýmiss konar heilsu- og umhverfisvanda vegna þess hvernig það bregst við öðrum efnum í andrúmsloftinu. Efnin hafa áhrif á öndunarfæri. Sá hópur sem er sérstaklega viðkvæmur, fólk með astma, börn, eldri borgarar og fólk með hjarta- og lungnasjúkdóma. NO _x getur einnig valdið súru regni, svifryksmengun og plöntu- og vatnstjóni.
CO ₂	Koltvísýringur veldur gróðurhúsaáhrifum sem valda hlýnun jarðar.
Svifryk, agnir	Svifryk er flókin blanda af mjög litlum ögnum og fljótandi dropum. Þessar agnir geta valdið ertingu í öndunarfærum, hósta og óreglulegum hjartslætti.
VOC	VOC eru rokgjörn lífræn efnasambönd. Þessi efnasambönd hafa sum hver skemmri og önnur langtíma skaðleg áhrif á heilsu.

(EPA, Health, 2012), (EPA, An Introduction to Indoor Air Quality, Volatile Organic Compounds, 2012)

CO₂ frá skipum

Hvert kíló af útstreymi gróðurhúsalofttegunda er metið í CO₂-ígildum og er um það bil þreföld eldsneytisnotkunin. Í ársskýrslum frá Faxaflóahöfnum eru tölur um eldsneytisnotkun og útstreymi gróðurhúsalofttegunda vegna brennslu eldsneytis. Árið 2011 var notkun á skipaolíu báta í eigu Faxaflóahafna um 152.500 lítrar sem jafngildir um það bil 408.200 kg CO₂ ígilda. (Faxaflóahafnir, 2011)

Ef fiskiskip keyrir ljósavélar sínar í höfnum í stað þess að landtengjast notar meðal fiskiskip árlega í kringum 1.900 lítra af skipaolíu sem veldur útstreymi á um 5.000 kg af CO₂. Markmiðið er að draga úr losun CO₂ og þegar dregið er úr notkun ljósavéla, minnkar útblástur CO₂ út í andrúmsloftið.

Reglugerðir

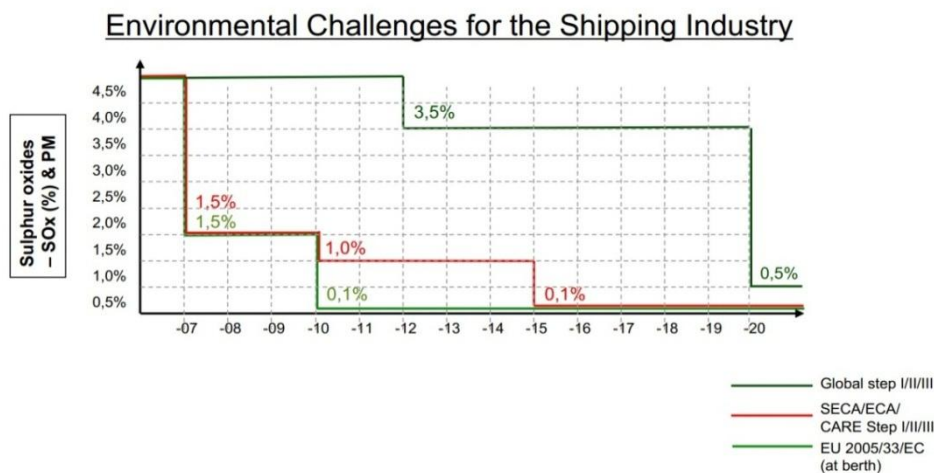
Eitt af því sem ætti að drífa áfram notkun landtenginga eru reglugerðir um útblástur og mengun, sem gilda á heimsvísu, einkum á Evrópusambands svæðunum og á svokölluðum ECA svæðum. Á ECA svæðum er útblæstri á SO_x, NO_x og svifryki stjórnað. Í fyrstu afmarkaðist ECA svæðið við Eystrasaltið, Norðursjó og Ermasund. Nokkrum árum síðar bættist við svæði sem nær 200 mílur frá ströndum Bandaríkjanna, Kanada og Hawaii. ECA svæðið er afmarkað með dökkbláum lit (mynd 1).



Mynd 1 - Á myndinni er ECA svæðið afmarkað með dökkbláum lit.

1. janúar 2012 tóku núverandi reglur gildi um hámarks brennsteinsinnihald skipaolíu. Þessar reglur gilda í öllum heiminum og eru mörkin 3,5%. Á ECA svæðunum er hámarks brennsteinsinnihald olíu hins vegar 1,0% og á svæðum Evrópusambandsins 0,1%. Þessar reglur voru settar árið 2010.

Árið 2014 taka gildi nýjar reglur á brennsteinsinnihaldi skipaolíu á ECA svæðunum en samkvæmt þeim á innihaldið að vera komið í 0,1% þegar skipin eru í höfn (mynd 2).



Mynd 2 - Yfirlit um áætlanir brennsteinsinnihald olíu. (Gossett, 2012)

Stefnumörkun á Íslandi

Ríkisstjórn Íslands hefur markað stefnu um leiðir til að draga úr koltvísýringslosun. Stýrihópur var settur saman til að gera tillögu að forgangsörðun á nýtingu orkunnar. Samkvæmt samgönguáætlun fyrir árin 2011-2022 er lagt til að skip sem stoppa lengur en tvær klukkustundir í höfnum verði hvött til þess að nota landrafmagn í stað þess að keyra ljósavélar. Markmiðið er að draga úr útblæstri frá skipum sem liggja í höfnum og nýta umhverfisvæna orku eins og mögulegt er. Einnig er lagt til að gert verði átak um aukna notkun og uppbyggingu á landtengingum, t.d. með því að gefa fleiri skipum möguleika á að nota landtengingar. (Innanríkisráðuneytið, 2011) (Alþingi, 2011)

Landtengingar

Rekstrarfyrirkomulag

Byrjað var að nota landtengingar skipa í höfnum á Íslandi sem og erlendis rétt fyrir 1980. Í fyrstu sáu veiturnar um sölu rafmagns til skipa en eftir 1980 tók Reykjavíkurhöfn við af Rafmagnsveitu Reykjavíkur og fór að selja rafmagn beint til skipanna. Nú er sá háttur á öllu landinu að rafveitur selja rafmagn til hafna sem selja það áfram til skipa. Misjafnt er eftir höfnum hversu mikil álagningin er og fer það mikið eftir því hvort framkvæmdir og breytingar hafi farið fram í höfninni.

Þegar rætt var við hafnarstjóra fengust þær upplýsingar að rafmagnssalan væri ekki eftirsóknarverð starfsemi þar sem gjöldin næðu rétt að standa undir viðhaldi og rekstri á búnaði. Rekstur landtenginga er hluti af þjónustu sem hafnirnar veita en ekki eitthvað sem þær hafa hagnað af. Ekki er líklegt að rekstrarfyrirkomulagi verði breytt. Hafnirnar eru flestar með vaktmenn til að tengja skipin og hleypa straumi á tenginguna. Veiturnar þyrftu að fá mann í þetta starf eða semja við höfnina ef þær tækju yfir reksturinn. Fyrirhöfnin væri of mikil og veiturnar hafa lítinn áhuga á að taka við rekstri með litla framlegð. (Helgi Laxdal, 2012)

Kostnaður

Í þessari skýrslu var borinn saman kostnaður við notkun ljósavéla í höfnum og kostnaður við landtengingar. Þá var einnig skoðaður kostnaður fyrir hafnirnar. Gögn fengust frá Faxaflóahöfnum um meðaltíma skipa í höfn og orkunotkun á þeim tíma. Við útreikninga var notaður eyðslustuðull véla 0,3 L/kWst, verð á flotaolíu 136 kr/L (verð 06/2012) og meðalverð hafna á rafmagni til skipa sem er 13,45 kr/kWst. Tengigjald var ekki tekið með í reikninginn, vegna þess að ekki er gjald tekið fyrir það hjá Faxaflóahöfnum. Út frá framangreindum tölum var kostnaður fundinn á landtengingum annars vegar og keyrslu ljósavéla hins vegar (tafla 2).

Tafla 2 - Taflan sýnir kostnað skipa í Faxaflóahöfnum árið 2011.

Tegund skips	Meðaltími í höfn [dagar]	Meðal orkunotkun [kW]	Meðal orkuþörf í höfn [kWst]	Kostnaður við landtengingu [kr]	Kostnaður við keyrslu ljósavélar [kr]	Mismunur [kr]
Fiskiskip og togarar [100-300 tonn]	12	17	5.000	66.600	202.000	135.400
Fiskiskip og togarar [>300 tonn]	8	33	6.300	84.400	256.100	171.700
Rannsóknarskip	20	39	19.000	255.000	773.600	518.600
Varðskip	24	29	16.500	221.000	670.200	449.200

Samkvæmt upplýsingum frá Faxaflóahöfnum í töflu 2 er meðaltími 100-300 BT fiskiskipa í höfnum 12 dagar og orkuþörfin um 5.000 kWst. Til að framleiða raforku með ljósavélum þarf um 1.900 lítra af flotaolíu. Þá er kostnaður við keyrslu á ljósavélum u.þ.b. 41 kr/kWst en meðalverð með notkun landtenginga er 13,45 kr/kWst. Kostnaður við notkun landtenginga er því aðeins 1/3 af kostnaði við keyrslu ljósavéla.

Út frá þessum niðurstöðum er mun hagstæðara fyrir skipin og útgerðirnar að landtengja skipin, sérstaklega ef þau stoppa í lengri tíma. Horft var framhjá öllum viðhalds- og rekstrarkostnaði á vélunum við útreikninga.

Áætla má út frá þessu að gjaldskrá hafnanna, á rafmagni sem er selt til skipa, sé nokkuð sanngjörn, en í viðauka B má sjá gjaldskrá stærstu hafna landsins. Meðalorkuverð til skipa frá þessum höfnum er um 13,45 kr/kWst og í verðinu er innifalin álagning hafnanna.

Rafmagnsverð árið 1992 var 7,20 kr/kWst en er nú (07/2012) 13,45 kr/kWst og tengigjald hefur hækkað úr 650 kr/kWst árið 1992 í 1.353 kr/kWst. Olíuverð hefur hækkað gífurlega mikið síðustu ár en það var 15,66 kr/L árið 1992 en er nú 136 kr/L. Samkvæmt þessum tölum hefur bæði rafmagnsverð og tengigjald rúmlega tvöfaldast en framleiðsluverð á rafmagni með ljósavél rúmlega áttfaldast frá árinu 1992. (Iðnaðarráðuneytið, 1992)

Næst er skoðað hvernig hafnirnar koma fjárhagslega út úr því að selja skipunum rafmagn. Faxaflóahafnir verða áfram teknar sem dæmi. Árið 2011 seldu Faxaflóahafnir 4.559.769 kWst af rafmagni til skipa. Faxaflóahafnir kaupa rafmagnið á 7,40 kr frá Orkuveitu Reykjavíkur en selja það til skipanna á 13,80 kr (tafla 3).

Tafla 3 - Álagning Faxaflóahafna á rafmagni árið 2011.

Rafmagn keypt á 7,40 kr.	33.742.291 kr
Rafmagn selt til skipa á 13,80 kr.	62.924.812 kr
Álagning	29.182.522 kr

Álagning hjá Faxaflóahöfnum sem er upp á rúmar 29 milljónir króna, fer samkvæmt upplýsingum frá hafnarstjóra Faxaflóahafna að mestu eða öllu leyti í að greiða upp stofnkostnað við uppsetningu, og viðhalds- og rekstrarkostnað við búnað hafnarinnar.

Sjá útreikninga í viðauka A.

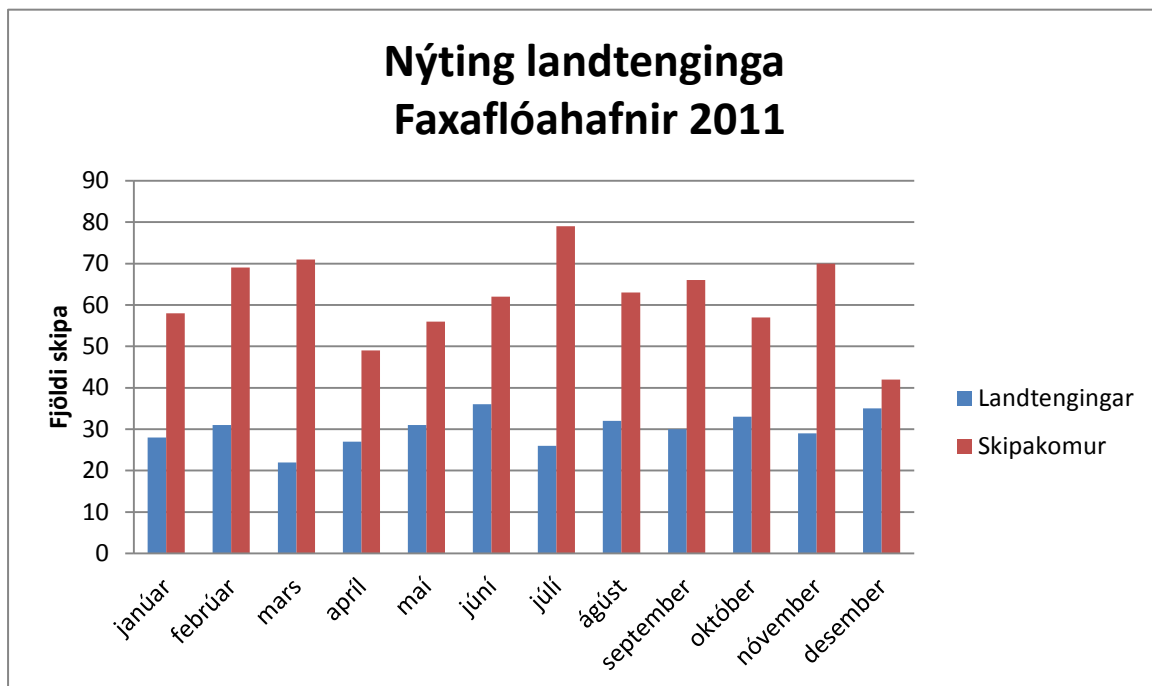
Nýting landtenginga

Fiskiskip

Í dag er staðan sú að langflest fiskiskip sjá hag sinn í að nota landtengingar. Einhverjir útgerðaraðilar hafa skipt rafmagnsöfnum út fyrir vatnsöfna til að draga úr rafmagnsnotkun í höfnum. Einnig er mælt með að slökkva öll ljós og búnað um borð sem eru ekki í notkun.

Það er aðallega í stuttum stoppum sem fiskiskip tengjast ekki landi eða ef rafmagnstakan er of mikil fyrir 125 A tengil, sem er ýmist vegna þess að skipið er að nota krana eða með stórar kæli- eða frystivélar. Þegar frystivélar eru tengdar eða kraninn er í notkun þá er dregið of mikið afl fyrir 125 A tengla, sem eru almennt stærstu tenglar í dag, og rafmagni slær út. Með því að bæta við öðrum tengli í skipið fyrir kælivélar og krana er hægt að minnka líkurnar á útslætti, en það kallar á auka kostnað fyrir útgerðirnar sem margar þeirra eru ekki tilbúnar að leggja í. Yfirleitt landtengjast þessi skip þegar þau eru búin að landa eða þegar álag minnkar. Miðað við sparnaðinn við notkun landrafmagns ætti breyting á búnaði að borga sig fljótt upp. (Már Sveinbjörnsson, 2012) (Helgi Laxdal, 2012)

Gögn fengust frá Faxaflóahöfnum um nýtingu landtenginga hjá fiskiskipum og togurum í höfnum hjá þeim. Samkvæmt þeim upplýsingum var helmingur fiskiskipa og togara að nýta sér landtengingar í Faxaflóahöfnum árið 2011 (mynd 3). Þeir sem ekki nýta landtengingar eru líklega skip sem eru að landa og með krana eða frystivélar í gangi. Sum skipin stoppa aðeins til að landa svo þau nota ekki landtengingar, eins og áður hefur komið fram. Auka þarf því notkun landtenginga hjá fiskiskipum og togurum enn frekar. Til að ná betri nýtingu á landtengingum þarf líklega lagasetningu eða að skylda skipin með einhverjum hætti til að nota landtengingar.



Mynd 3 - Nýting fiskiskipa og togara á landtengingum í Faxaflóahöfnum árið 2011.

Skemmtiferðaskip

Skemmtiferðaskip eru ekki landtengd á Íslandi eins og staðan er í dag. Orkuþörf þeirra er oft á við eitt bæjarfélag og viðverutími þeirra yfirleitt stuttur. Helsta ástæðan er þó að búnaður til að landtengja skemmtiferðaskip er ekki til staðar í höfnum á Íslandi né um borð í skemmtiferðaskipum við Íslandsstrendur.

Til þess að landtengja skemmtiferðaskip þarf að leggja „high voltage shore connection“ (HVSC), háspennutengingar, í hafnirnar. Búnaður til að tengja skemmtiferðaskip þarf að geta gefið spennu frá 440 V upp í 11 kV. Algengast er að skemmtiferðaskip séu annað hvort 11 kV eða 6,6 kV en eldri skipin eru 440 V.

Háspennutengingar hafa verið settar upp í nokkrum höfnum á Norðurlöndum, í Bandaríkjunum, Þýskalandi, Kanada og Belgíu og hefur mikil aukning verið á háspennutengingum í erlendum höfnum.

Talið er að eftir nokkur ár muni Evrópusambandið eða IMO (International Maritime Organization) setja reglur um mengun í höfnum og komi líklega til með að leggja fram kröfur um að vélar séu ekki keyrðar í höfnum að óþörfu. Hafnir verða þá skyldugar til að setja upp búnað svo öll skip geti tengst við land. Þangað til er frekar ólíklegt að það borgi sig fyrir hafnirnar á Íslandi að setja upp háspennutengingar, sérstaklega þar sem skipin sem nýta sér þetta koma eingöngu til landsins yfir sumartímann.

Rekstraraðilar skemmtiferðaskipa vilja bæta ímynd sína og nota landtengingar í öllum höfnum. Með því næðist góð kynning á umhverfisvænni starfsemi fyrirtækjanna.

Í dag er kominn einn staðall fyrir háspennutengingar í Ameríku og annar staðall fyrir Evrópu. Unnið er að því að búa til einn staðal sem gengur alls staðar í heiminum. Hafnirnar og rekstraraðilar skipa bíða eftir samræmdum staðli sem mun flýta mikið fyrir þróun á tengibúnaði.

Flutningaskip

Samkvæmt upplýsingum frá Samskipum og Eimskip tengjast flutningaskip þeirra ekki landi. Flutningaskip stoppa yfirleitt stutt í höfn eða að meðaltali 12 klst. Orkunotkun flutningaskipa í höfnum er mjög mismunandi og getur verið frá 60 kW upp í 8 MW. Meðal aflnotkun flutningaskipa í heiminum er 800kW, sem samsvarar 2.880 lítrum af olíu á 12 klst.

Mögulegt er að flutningaskipin nýti sama kost og skemmtiferðaskipin ef það er ódýrara til lengri tíma. Skipin hjá Eimskipafélaginu eru 440 V og 60 Hz. Eimskipafélagið þarf að breyta búnaði um borð í skipum sínum til að taka við landrafmagni, því núna geta þau einungis tekið við 400 A og það er ekki nægilegur straumur. (Níels Eyjólfsson, 2012)

Gerð og ástand búnaðar

Þar sem landtengingar eru til staðar í höfnum eru ýmist tengibrunnar eða tengiskápar á hafnarbökkum. Yfirleitt eru 20-60 m á milli þeirra. Tengibrunnarnir eru grafnir ofan í bakkann en skáparnir standa við hafnarbakkann (mynd 4 og 5). Bæði brunnunum og skápunum fylgir galli. Í tengibrunnana eiga til að setjast óhreinindi og vökvi en hætta er á að keyrt sé á skápana. Skáparnir eru hafðir við hafnarbakkann því þá eru engar rafmagnslagnir ofan á hafnarbakkanum og ekki fyrir umferð. Í hverjum brunni og skáp eru yfirleitt 2-3 stk. 63 A tenglar og 1-2 stk. 125 A tenglar.



Mynd 4 - Tengibrunnur, búnaður til landtenginga í Faxaflóahöfnum.



Mynd 5 - Tengiskápur, búnaður til landtenginga í Faxaflóahöfnum.

Mismunandi rafmagnstíðni er í skipum. Mun algengara er að notuð séu 60 Hz í skipum á heimsvísu, sérstaklega í stærri skipum í millilandasiglingum. Í smærri skipum, svo og skipum frá Íslandi, er tíðnin 50 Hz. Einnig er munur á tíðni hafnanna, það fer eftir raðdreifikerfinu. Í Norður Ameríku, hluta af Suður-Ameríku, Kóreu, Sádi-Arabíu og Japan er 60 Hz tíðni en önnur lönd nota 50 Hz tíðni, þar á meðal Ísland. Rætt var við hafnarstjóra og forstöðumenn stærstu hafna landsins til að fá betri yfirsýn yfir gerð og ástand tengibúnaðar víðs vegar um landið. Einnig var haft samband við hafnir víðs vegar um heiminn, sem komnar eru með háspennutengingar í hafnirnar.

Höfuðborgarsvæðið

Faxaflóahafnir

Í Faxaflóahöfnum er boðið upp á 400 V tengla. Þeir eru ýmist 63 A eða 125 A og á flotbryggjum eru 220 V, 16 A tenglar. Fiskiskip nota ýmist 63 A eða 125 A tengi og sum skipanna nota tvo 125 A eða 125 A og 63 A tengla. Bil milli tenglanna er 20-30 m. Margt hefur verið endurnýjað í Faxaflóahöfnum, t.d. í Vesturhöfninni, en ástand á búnaði er þó misjafnt á svæðinu í heild. Tengingarnar í Faxaflóahöfnum eru hluti af þjónustunni þar og því er ekki tengigjald en lágmarksnotkun er 300 kWst. (Helgi Laxdal, 2012)

Hafnarfjarðarhöfn

Búnaður í Hafnarfjarðarhöfn hefur verið endurnýjaður mikið. Settir hafa verið upp nýjir og stærri tenglar í stóran hluta hafnarinnar og verið er að endurnýja allar rafmagnstöflur á svæðinu. Tenglarnir eru frá 16 A – 250 A. Höfnin í Hafnarfirði er eina höfnin á landinu sem býður upp á 250 A tengla. Bil milli tenglanna á gömlum hafnarsvæðum er í kringum 100 m en á svæðum þar sem búnaður hefur verið endurnýjaður er bilið mun styttra. Tengigjald í Hafnarfjarðarhöfn er 2.400 krónur og 4.800 krónur ef tengt er utan dagvinnutíma. (Már Sveinbjörnsson, 2012)

Landsbyggðin

Akureyri

Flest skip sem koma í höfn á Akureyri landtengjast. Skipin sem ekki eru landtengd eru frystitogarar og flutningaskip. Í höfninni eru 63 A og 125 A tenglar. Á Akureyri er tengigjaldið 2.460 kr. fyrir dagvinnu. Gjaldið er 5.100 kr. utan dagvinnu og er lágmarks útkall 4 klst, þ.e. 20.400 kr. (Hörður Blöndal, 2012)

Grindavík

Öll fiskiskip sem stoppa í Grindavík lengur en sólarhring nýta landtengingar. Þegar tengingarnar eru ekki nýttar er það helst vegna þess að um dagsstopp er að ræða. Á nýju bryggjunni eru 125 A tenglar algengastir en 63 A tenglar eru á gömlu bryggjunni og í smábátahöfninni. Í gömlu höfninni var ekki gert ráð fyrir rafmagni svo kaplarnir eru lagðir ofan á bryggjuna sem getur verið vandamál, en tengiskápar eru á nýju bryggjunni. Heitt vatn er veitt á einum stað á bryggjunni til að setja í kör og til þrifa. Tengigjald í höfninni er 1.086 kr. (Sigurður Arnar Kristmundsson, 2012)

Grundarfjörður

Langflest fiskiskip sem koma að höfn í Grundarfirði nota landtengingar. Það eru 63 A tenglar á öllum hafnarbökkum, 125 A tenglar þar sem stærri skipin leggjast að og minni tenglar eru í smábátahöfninni. Tengingar eru hluti af þjónustu hafnarinnar og því er ekkert tengigjald þar. (Hafsteinn Garðarsson, 2012)

Ísafjörður

Í höfninni á Ísafirði nota öll skip sem hafa þess kost landtengingar á veturna en á sumrin eru minni bátarnir latari við að tengjast landi. Í höfninni eru á hafskipaköntum og togarabryggjum þrjár til fjórir 125 A tenglar í hverjum brunni og í bátahöfnunum eru 63 A tenglar. Tengingar eru hluti af þjónustunni í Ísafjarðarhöfn og því er ekkert tengigjald þar. (Guðmundur Magnús Kristjánsson, 2012)

Reyðarfjörður

Á Reyðarfirði er mjög misjöfn notkun á landrafmagni. Bátar sem koma einungis til að landa tengjast ekki rafmagni. Skip sem liggja lengi nota landtengingar, sem dæmi má nefna varðskip og togara sem koma þar í nokkra daga. Höfnin á Reyðarfirði er bæði með 125 A og 63 A tengla. Ekkert tengigjald er í Fjarðabyggð. (Rúnar Sigurjónsson, 2012)

Reykjanes

Í Reykjaneshöfn er undir 50% nýting á landtengingum. Það eru alltaf sömu bátarnir sem nota landtengingar og eru það yfirleitt bátar sem liggja lengi í höfninni. Tenglarnir í höfninni eru 32-125 A. Heitt vatn er í einu plássi í höfninni en það er einungis notað til að þrifa bátana. Ekkert tengigjald er í höfninni á Reykjanesi. (Pétur Jónsson, 2012)

Sauðárkrókur

Í höfninni á Sauðárkróki nota allir bátar sem liggja í einhvern tíma í höfninni landrafmagn. Sum skip taka tvo tengla eins og Klakkur SK-5. Ástæðan er sú að kraninn er hengdur á sérstakan tengil þar sem rafmagnið átti til að slá út þegar einungis einn tengill var tengdur. Sauðárkrókshöfn er með níu 125 A tengla og tíu 63 A tengla. Tengigjald í Skagafjarðarhöfnum er 3.027 kr. (Gunnar S.Steingrímsson, 2012)

Norðurlöndin

Á Norðurlöndunum eru flestar hafnir með tengibúnað. Þar af eru nokkrar komnar með háspennutengla og sem dæmi má nefna hafnirnar í Gautaborg, Osló og Stokkhólmi. Í höfnum í Trelleborg og Ystad er verið að setja upp háspennubúnað.

Danmörk

Í Danmörku eru margar hafnir með landtengingabúnað en engar hafnir með háspennutengingar. Sumar hafnir hafa þó undirbúið háspennutengingar með því að setja upp lagnaleiðir fyrir háspennustrengi þegar framkvæmdir eru í höfninni. Meðal annars er verið að undirbúa landtengingar í Kaupmannahöfn fyrir skemmtiferðaskip. Það þykir þó ekki tímabært enn sem komið er að leggja háspennutengingar í Danmörku því rafmagnskostnaður þar er mjög hár. (Nørgaard, 2012)

Finnland

Í höfnunum í Kemi, Kotka og Oulu í Finnlandi er búið að setja upp háspennubúnað til að þjóna bílaferjum sem koma þar í hafnir. Þessi ferja fer einnig til Gautaborgar og því er tengibúnaðurinn í höfnunum í Finnlandi svipaður að hönnun og í Gautaborg. (Ericsson&Fazlagic, 2008)

Noregur

Í höfninni í Osló er einn hafnarbakki með háspennutengil. Tengillinn er fyrir skemmtiferðaskip og var sérstaklega gerður fyrir tvö skip sem eru í eigu Color Line, sem er stærsta útgerð skemmtiferðaskipa í Noregi. Tengingin veitir 11 kV með 50 Hz tíðni og getur skilað allt að 4,5 MVA. Þetta er eini háspennutengillinn í Noregi. Verið er að undirbúa fleiri tengla fyrir skemmtiferðaskip og einnig ferju sem siglir til Kaupmannahafnar. Þetta er stór áskorun því flest skemmtiferðaskip starfa á 60 Hz og þurfa meiri orku, allt upp í 12 MW. Stefnt er að því að kaupa tíðnibreyti á komandi árum í höfnina í Osló. (Rekdal, 2012)

Svíþjóð

Nokkrar hafnir í Svíþjóð eru með landtengingarbúnað. Í Stokkhólmi eru fjórar 50 Hz tengingar fyrir ferjur. Ein af þeim er 690 V en hinar þrjár 400 V. Í Helsinki eru einnig tengingar fyrir ferjur og í Ystad eru tengingar fyrir ferjur og fraktskip. Í Trelleborg eru tengingar fyrir ferjur.

Háspennutengingar eru í Piteå og Gautaborg. Í Piteå eru 6 kV tengingar en í Gautaborg 10,5 kV tengingar. Háspennutengingarnar í Gautaborg eru fyrir bílaferjur og eru þær fyrstu í heiminum. Höfnin er sú stærsta í Skandinavíu en yfir 11.000 skip koma þangað ár hvert og í kringum 30% af erlendum viðskiptum landsins fara í gegnum þessa höfn. (Ericsson&Fazlagic, 2008)

Evrópa

Belgía

Háspennutengingar eru í höfnum í Antwerpen og Zeebrugge í Belgíu. Hafnirnar eru með 6,6 kV tengingar. (Ericsson&Fazlagic, 2008)

Þýskaland

Höfnin í Lübeck í Þýskalandi setti upp fyrsta háspennubúnað hjá sér árið 2008. Háspennunetið á höfninni er 10 kV. Notaður er 2,5 MVA spennubreytir til að breyta spennunni í spennu sem hentar skipinu og spennirinn hefur einnig það hlutverk að aðskilja hafnarnetið frá kerfi skipsins. Tengibox eru þar sem skipin tengja sig við þetta kerfi með kapli sem þau útvega sjálf. Þetta kerfi hefur sjálfvirkan búnað til að taka við álaginu af vélunum. Það má þá slökkva á ljósavélunum strax eftir að báturinn hefur tengst kerfinu. (Ericsson&Fazlagic, 2008)

Bandaríkin og Kanada

Los Angeles

Höfnin í Los Angeles var fyrsta höfnin til að landtengja flutningaskip við höfn. Árið 2004 opnaði höfnin í Los Angeles og China Shipping Container Line fyrsta hafnarbakkann með rafmagni fyrir gámaflutningaskip. Síðan þá hafa bæst við fjórir hafnarbakkar hjá þeim sem eru einungis fyrir flutningaskip. CARB (The California Air Resources Board) samþykkti reglugerð til að draga úr notkun ljósavéla í höfnum og stefnt er að 80% minnkun fyrir árið 2020. Þess vegna stefnir höfnin að því að setja upp í heildina 24 stöðvar fyrir landtengingar á flutningaskipum fyrir þann tíma. Höfnin er einnig með samninga við þrjú fyrirtæki með skemmtiferðaskip og getur veitt rafmagn í tvö skemmtiferðaskip á sama tíma. Kerfið þeirra getur veitt 40 MW í heildina eða 20 MW í hvort skip. (The Port of Los Angeles, 2012)

Juneau

Í Juneau í Alaska var sett fyrsta háspennutengingin fyrir skemmtiferðaskip. Tilgangurinn með tengingunni var að draga úr mengun sem fylgdi skipunum í höfn en vatnsaflsvirkjun framleiðir rafmagnið fyrir höfnina. Spennubreytir er notaður til að stíga niður spennuna í 6,6 kV eða 11 kV til að koma til móts við hin ýmsu skemmtiferðaskip. (American Association of Port Authorities, 2007)

San Francisco

Höfnin í San Francisco var fjórða höfnin í heiminum til að setja upp háspennutengingu fyrir skemmtiferðaskip. Kostnaðurinn við verkefnið var 5,2 milljónir dollarar. (EPA, Zero Emissions: Shoreside Power Goes Online at the Port of San Francisco, 2010)

Vancouver

Höfnin í Vancouver var þriðja höfnin í heiminum til að setja upp háspennutengingar fyrir skemmtiferðaskip og var tæknivæddasta höfnin í þeim málum árið 2009. Hægt er að tengja tvö skip í einu og getur hvort þeirra dregið allt að 14 MW. Tvöfaldir spennubreytar gera það mögulegt að bjóða 11 kV eða 6,6 kV skipum að tengjast. Orkan er umhverfisvæn þar sem rafmagnið er fengið úr vatnsaflsvirkjunum. Skipin spara á því að nota landtengingar því rafmagnsverð er lægra en verð á olíu þar í landi og auðvitað minna slit á vélinni. (Xotta, 2012)

Háspennu landtengingar(HVSC)

Aflþörf stærri skipa, flutningaskipa, ferja og skemmtiferðaskipa er of mikil fyrir lágspennutengingar (400 V), þ.e.a.s. kaplarnir þyrftu að vera of stórir eða þeim mun fleiri til að ráða við afltökuna. Því er mun raunhæfari lausn að nota háspennukapla til að tengja þessi stærri skip en háspennukaplar ráða við að flytja 25 falt meira afl en 400 V kapall af sama þverskurðarflatarmáli nær að flytja.

Fjöldi fyrirtækja býður upp á búnað til að landtengja skip með háspennu, til að mynda eftirfarandi:

- Siemens
- SAM Electronics
- ABB
- Cavotec
- Terasaki
- Patton and Cooke
- Schneider Electric
- New Generation Natural Gas

Sum þessara fyrirtækja bjóða upp á full uppsettan búnað og einnig fjármögnun á búnaði.

Kerfin ekki samhæfð

Búnaðurinn sem þarf í hafnirnar getur verið breytilegur eftir spennutölum, tíðni og uppsetningu hafnarinnar. Spennan og tíðnin er einnig mismunandi í bátunum. Það er einkum vegna skorts á stöðlum og mismunandi tíðni í heiminum sem þetta er svo breytilegt.

Fyrst voru landtengingar keyrðar á lágspennu en nýlega hefur verið mikil aukning á háspennutengingum í erlendum höfnum. Stærri hafnir eins og í Juneau, Vancouver, Seattle og Los Angeles bjóða upp á 11 kV og 6,6 kV tengingar fyrir skemmtiferðaskip. Háspennutengingar í Bandaríkjunum eru mun einfaldari og ódýrari en í Evrópu þar sem ekki þarf tíðnibreyti til að geta þjónustað 83% af öllum skemmtiferðaskipum. Nokkrar hafnir í Skandinavíu eru einnig komnar með háspennutengingar en flestar af þeim tengingum eru fyrir ferjur og myndu því ekki ráða við skemmtiferðaskip.

Tíðni í skipum

Munur er á tíðni skipa eftir gerð og stærð. Stærri skip sem sigla frá evrópskum höfnum eru oftast með 60 Hz rafbúnað um borð í skipinu. Smærri skipin eru með 50 Hz kerfi og þau sigla yfirleitt ekki milli heimsálfa (tafla 4).

Í höfnum í flestum Evrópulöndum er 50 Hz tíðni og því er þörf á tíðnibreyti til að breyta á milli 50 Hz og 60 Hz. Þessi búnaður er bæði fyrirferðamikill og dýr í innkaupum. Þetta er sérstaklega óhagstætt á Íslandi þar sem notkunin er aðallega á sumrin. Skemmtiferðaskipin taka mikið afl eða allt að 14 MW, en meðalafnotkun skemmtiferðaskipa í höfn er um 5,8 MW. Stærstu skipin sem koma til Íslands nota rúmlega 10 MW og myndu valda miklu álagi á raforkukerfið á Íslandi. Tengill sem væri nógu öruggur til að taka á móti öllum skemmtiferðaskipum þyrfti að vera 16 MVA. Einnig væri möguleiki að hafa minni tengil og geta þá tekið á móti minni skemmtiferðaskipum og flutningaskipum (tafla 4).

Tafla 4 - Skipting á tíðnibúnaði um borð í skipum.

Gerð skipa	50 Hz	60 Hz
Flutningaskip (< 140 m)	63%	37%
Flutningaskip (> 140 m)	6%	94%
Flutningaskip (heild)	26%	74%
Ferjur og bílaflutninga skip	30%	70%
Olíu-, vöru- og tankskip	20%	80%
Skemmtiferðaskip (< 200 m)	36%	64%
Skemmtiferðaskip (> 200 m)	--	100%
Skemmtiferðaskip (heild)	17%	83%

Spenna á skipum

Spenna á skipum er mjög breytileg, eða frá 400 V-11 kV (tafla5). Það getur verið erfitt að ákveða hvaða spenna á að vera í tenglum í höfnum og til að leysa þetta vandamál eru tvær megin tillögur. Önnur er stillanlegur spennubreytir í höfninni sem stillir spennuna fyrir skipið sem liggur í legunni hverju sinni. Hin lausnin er að tengja háspennustreng beint yfir í skipið og þá eru skipin sjálf með spennubreyta til að lækka spennuna niður í rétta stærð. Það væri ódýrari lausn fyrir hafnirnar þar sem það krefst færri kapla heldur en að vera með lágspennu og ekki þyrfti að borga spennubreytana. Þetta kerfi er samt sem áður ekki eins öruggt og hefur því ekki verið mikið notað. Það er mikið meira öryggi fyrir höfnina að hafa spennubreytinn á höfninni því þá er komin einangrun milli báts og lands. Það þýðir að rafmagn í höfninni er aðskilið frá rafmagni á skipinu og kemur þannig í veg fyrir skemmdir á búnaði.

Tafla 5 - Spenna í skipum.

Gerð skips	380V	400V	440V	450V	460V	6,6kV	10kV	11kV
Flutningaskip (< 140 m)	42%	16%	42%	-	-	-	-	-
Flutningaskip (> 140 m)	6%	79%	-	3%	-	12%	-	-
Flutningaskip (heild)	19%	6%	64%	2%	-	9%	-	-
Ferjur og bílaflutningaskip	-	30%	20%	43%	7%	-	-	-
Olíu-, vöru- og tankskip	13%	-	40%	47%	-	-	-	-
Skemmtiferðaskip (< 200 m)	14%	18%	59%	9%	-	-	-	-
Skemmtiferðaskip (> 200 m)	-	-	12%	-	-	48%	4%	36%
Skemmtiferðaskip (heild)	6%	9%	34%	4%	-	26%	2%	19%

Aflþörf í höfn

Til þess að geta sett upp búnað svo öll skip geti landtengt þarf að gera grein fyrir fjölda og stærð skipa sem þurfa háspennutengingar. Aflþörf mismunandi skipa má sjá í töflu 6. Stærðirnar fyrir minni skipin eru fengnar frá skipum sem starfa á evrópskum hafsvæðum. Aflþörf hefur mikil áhrif á raforkukaup og því mjög mikilvægt að minnka afltökuna eins mikið og mögulegt er til að lágmarka kostnað. Það má til dæmis gera með því að slökkva á ljósum og öðrum búnaði í skipinu sem er óþarfur þegar skipið er í höfn (tafla 6).

Tafla 6 - Aflþörf skipa.

Gerð skipis	Meðal aflþörf (kW)	Mesta aflþörf (kW)	Mesta aflþörf fyrir 95 % af skipum (kW)
Flutningaskip (< 140 m)	170	1.000	800
Flutningaskip (> 140 m)	1.200	8.000	5.000
Flutningaskip (heild)	800	2.000	4.000
Ferjur og bílaflutninga skip	1.500	2.000	1.800
Olíu-, vöru- og tankskip	1.400	2.700	2.500
Skemmtiferðaskip (< 200 m)	4.100	7.300	6.700
Skemmtiferðaskip (> 200 m)	7.500	11.000	9.500
Skemmtiferðaskip (heild)	5.800	11.000	7.300

Kostnaður

Kostnaður vegna háspennutenginga er mikill vegna flókens búnaðar. Verð á búnaði hleypur á hundruðum milljóna íslenskra króna. Gerðar voru verðfyrirspurnir til fyrirtækja og fengin tilboð í nokkrar lausnir með mismunandi hámarks afli.

Tilboðið sem ABB gaf hljóðaði upp á 543.225.000 kr. miðað við að dönsk króna hafi gengið 21,73 og er þetta verð án allra gjalda. Þetta tilboð var fyrir 12 MVA kerfi með þrjár undirstöðvar. Tvær af þeim voru með spennubreytum sem geta breytt spennunni frá 0,4-11 kV og ein sem var einungis með 400 V. Innifalið í verði var sending á búnaði til Íslands og vinna við uppsetninguna. Einnig var gefið upp verð fyrir þrjár aðrar stærðir á búnaði en ekki er reiknað með sendingu og uppsetningu (tafla 7).

Tafla 7 - Tilboð frá ABB í háspennutengingar.

Stærð búnaðar	Verð [kr]
16,2 MVA	387.763.303
8 MVA	193.941.803
4 MVA	114.956.200

Tilboð frá Siemens var töluvert hærra en frá ABB enda er þeirra búnaður enn í þróun og ekki tilbúinn til afhendingar fyrr en síðari hluta ársins 2013. Siemens gat ekki gefið tilboð í stærsta búnaðinn þar sem fyrirtækið er að þróa minni lausnir fyrir þennan búnað. Siemens bauð einungis upp á 4 MVA og 8 MVA búnað og gaf tilboð í þá (tafla 8).

Tafla 8 - Tilboð frá Siemens í háspennutengingar.

Stærð búnaðar	Verð [kr]
8 MVA	642.120.000
4 MVA	321.060.000

(Olaf Sveinsson, 2012)

Ef tilboðið frá ABB fyrir 12 MVA kerfi er skoðað nánar þá ætti þetta kerfi að ráða við öll skip sem eru minni en 200 metrar á lengd, sem er um það bil helmingur skipanna. Í þessum útreikningum er gert ráð fyrir að öll skip séu með búnað til að taka móti landrafmagni. Þá fæst að gróflega áætlaður kostnaður fyrir framkvæmd á Skarfabakka væri 700-900 milljónir kr. Ef gert væri ráð fyrir að gjaldtakan væri jafn há og með keyrslu ljósavéla, þá væri áætluð innkoma á ári 30-70 milljónir kr. Á þessu sést að þessar framkvæmdir eru mjög dýrar miðað við litla notkun og myndu ekki borga sig eins og staðan er í dag.

Stöðlun

Á framangreindum viðmiðunarverðum sést að háspennu landtenging er mjög dýr búnaður. Það er því afar mikilvægt að til séu staðlar um háspennutengingar svo sami búnaður sé til staðar í öllum höfnum og skipum. Þar sem engir alþjóðlegir staðlar eru til um landtengingar eru aðeins örfá skip nú með búnað til að nota háspennutengingar. Lausnirnar eru mismunandi og því borgar sig ekki fyrir skipin að fjárfesta í búnaði sem ekki er hægt að nota alls staðar.

Til að leysa þennan vanda, hefur Alþjóðlega staðlaráðið (IEC/ISO/IEEE) undirbúið nýjan staðal fyrir háspennutengingar. Þessi staðall er kominn út en ekki enn orðinn að Evrópustaðli.

Tillögur að úrbótum

Til að auka notkun landtenginga enn frekar er nauðsynlegt að vinna að úrbótum. Nokkrar tillögur eru lagðar til, sem gætu stuðlað að aukinni notkun landtenginga.

- Skip sem ekki nýta landtengingar gáfu þá skýringu að rafmagn væri oft að slá út þegar skipin voru landtengd. Þetta kemur helst fyrir þegar skipin eru með krana eða kælivélar í gangi en þá er álagið mikið og rafmagnið getur slegið út. Ráð við því er að skip sem draga meira rafmagn en einn 125 A tengill ræður við, bæti við öðrum tengli og hafi þá möguleikann að hafa tvær tengingar, annar möguleiki væri að nota stærri tengla eins og 250 A. Með þessum aðferðum minnka líkur á að rafmagni slái út.
- Í sumum höfnum er of langt milli tengla og þá þarf framlengingu til að ná um borð í skipið. Einnig kemur fyrir að ekki nógu margir tenglar eru í skápunum. Þá þarf fjöltengi, sem er ekki góð lausn því það eykur hættuna á að tengillinn lendi í hnjaski. Bæta þarf því tengibúnað í einhverjum höfnum, fjölga tenglum og hafa minnst tvo samfasa tengla í hverju tengiboxi. Eins þarf að hafa í huga ef það eru framkvæmdir á höfninni, að bæta við lagnaleiðum fyrir háspennutengingar, það myndi lækka kostnað umtalsvert ef lagðar verða háspennutengingar seinna meir.
- Mælt er með því að raforkunotkun skipa sé haldið í lágmarki þegar þau eru í landi til að lækka raforkukostnað. Það er gert með því að slökkva á ljósum og öðrum búnaði sem ekki er í notkun. Þetta skiptir ekki eins miklu máli þegar ljósavélin er í gangi, því hún er með lélegri nýtingu á hlutaálagi.
- Heitavatnsleiðslur um borð í báta er einnig ágætis lausn, sérstaklega fyrir skip sem liggja í lengri tíma í höfnum. Þá er heita vatnið nýtt til upphitunar á skipinu og varmaskiptir notaðar til að hita upp lokað ofnakerfi skipsins. Þetta myndi einna helst borga sig fyrir skip sem eru nú þegar með lokað ofnakerfi um borð. Hafnirnar og útgerðaraðilar ættu að skoða þetta frekar því þetta getur minnkað raforkunotkun talsvert.
- Nauðsynlegt er að tiltækur alþjóðlegur staðall um háspennutengingar verði gerður að Evrópustaðli svo hægt verði að setja upp sama tengibúnað í hafnir um allan heim.

Viðauki A - Útreikningar

Fiskiskip og togarar

Flotaolía (án vsk)	136	kr/l
Meðal raforkuverð til skipa	13,45	kr/kWst
Meðallengd stoppa	8,4	dagar
Afltaka	31,4	kW
Meðal orkuþörf í stoppi(Afltaka*stopptími*24)	6.308	kWst
Eyðslustuðull	0,3	l/kWst
Lítrar af flotaolíu í stoppi (orkuþörf * eyðslustuðull)	1.892	kr/tenging

Landrafmagn

Raforkukaup (orkuþörf * raforkuverð)	84.846	kr
Tengigjald	0	kr
Samtals	84.846	 kr

Ljósavélakeyrsla

Gasolíukaup (lítrar * lítraverð)	257.376	kr
Viðhalds- og rekstrarkostnaður	0	kr
Samtals	257.376	 kr

Mismunur **-172.530** kr

Rannsóknarskip

Flotaolía (án vsk)	136	kr/l
Meðal raforkuverð til skipa	13,45	kr/kWst
Meðallengd stoppa	20,3	dagar
Afltaka	38,9	kW
Meðal orkuþörf í stoppi(Afltaka*stopptími*24)	18960,5	kWst
Eyðslustuðull	0,3	l/kWst
Lítrar af flotaolíu í stoppi (orkuþörf * eyðslustuðull)	5.688	kr/tenging

Landrafmagn

Raforkukaup (orkuþörf * raforkuverð)	255.018	kr
Tengigjald	0	kr
Samtals	255.018	 kr

Ljósavélakeysrsla

Gasolíukaup (lítrar * lítraverð)	773.587	kr
Viðhalds- og rekstrarkostnaður	0	kr
Samtals	773.587	kr

Mismunur **-518.569** kr

Varðskip

Flotaolía (án vsk)	136	kr/l
Meðal raforkuverð til skipa	13,45	kr/kWst
Meðallengd stoppa	23,5	dagar
Afltaka	29,1	kW
Meðal orkuþörf í stoppi(Afltaka*stopptími*24)	18960,5	kWst
Eyðslustuðull	0,3	l/kWst
Lítrar af flotaolíu í stoppi (orkuþörf * eyðslustuðull)	4.928	kr/tenging

Landrafmagn

Raforkukaup (orkuþörf * raforkuverð)	220.938	kr
Tengigjald	0	
Samtals	220.938	kr

Ljósavélakeysrsla

Gasolíukaup (lítrar * lítraverð)	670.205	kr
Viðhalds- og rekstrarkostnaður		
Samtals	670.205	kr

Mismunur **-449.268** kr

Háspennu landtengingar

Framkvæmd

12 MVA kerfi tilboð ABB
gengi DKK (júni 2012) 21,729

Innkaup á háspennubúnaði
Uppsetning og flutningur búnaðar
Undirstöður og lagnaleiðir
Prófun búnaðar og þjálfun starfsmanna

25.000.000 DKK	543.225.000	kr
Kostnaður við heimtaug frá OR	90.000.000	kr
Beinn kostnaður samtals	633.225.000	kr
Hönnun og umsjón (10%)	63.322.500	kr
Annað og ófyrirséð (20%)	126.645.000	kr
Áætlaður framkvæmdakostnaður:	823.192.500	kr

Rekstur

Meðal notkun skipa < 200 m	4.100	kW
Fjöldi skipa < 200 m	46	stk
Meðal hafnartími	10	klst
Meðal raforkuverð fyrir ljósavél	40,80	kr/kWst
Raforkuverð undirboðið	35,00	kr/kWst
Raforkuverð frá OR	10,27	kr/kWst
Daggjald OR	1498,27	kr/dag
Tengigjald	10.000	kr

Landrafmagn m.v. ljósavélaverð

Raforkusala	76.948.800	kr	(notk*raforkuv*hafnart*fjöldi)
Tengigjald	460.000	kr	(fjöldi*tengigjald)
Raforkukaup	-19.438.140	kr	(notk*raforkuvOR*hafnart*fjöldi+daggjald*fjöldi)
Samtals	57.970.660	kr á ári	

Landrafmagn ódýrara

Raforkusala	66.010.000	kr	(notk*raforkuv*hafnart*fjöldi)
Tengigjald	0	kr	(fjöldi*tengigjald)
Raforkukaup	-19.438.140	kr	(notk*raforkuvOR*hafnart*fjöldi+daggjald*fjöldi)
Samtals	46.571.860	kr á ári	

Viðauki B - Gjaldskrá hafna

Hafnir	Raforkuverð [kr/kwst]	Lágmark [kwst]	Tengigjald [kr/klst]	Tengigj. u dagv. [kr/klst]	Tengigj. u dagv. [kr]
Akureyrarhöfn	12,10		2.460	5.100	20.400
Bolungarvíkurhöfn	13,20		-		-
Dalvíkurhöfn	12,50		-	3.800	15.200
Djúpavogshöfn	14,73		-		5.204
Faxaflóahafnir	13,80	300	-		-
Fjallabyggð	14,14		3.106	6.213	24.852
Fjarðarbyggð	14,73		-		5.204
Grindavíkurhöfn	12,10		1.086	3.820	15.280
Grundarfjarðarhöfn	13,80		-		-
Hafnafjarðarhöfn	14,70		2.400		4.800
Hornafjarðarhöfn	14,00		-		-
Húsavíkurhöfn	15,00		-		-
Ísafjarðarhöfn	12,33		-		-
Kópavogshöfn	10,45	400	2.750	3.300	13.200
Patreksfjarðarhöfn	<u>10,29</u>		3.255		-
Reykjaneshöfn	12,80		-	4.760	19.040
Sandgerðishöfn	13,33	200	2.310		4.158
Seyðisfjarðarhöfn	<u>16,53</u>		1.946		4.947
Skagafjarðarhöfn	16,16		3.340	3.746	7.086
Skagastrandarhöfn	15,40		3.027		5.448
Snæfellsbæjarhafnir	12,37		3.841		6.806
Vestmannaeyjahöfn	10,35		1.198		9.224
Vopnafjarðarhöfn	15,00		-		5.060
Þorlákshöfn	13,00		1.760		8.690
Meðalverð	13,45		1.353		7.275

Faxaflóahafnir (Reykjavík, Akranes, Borgarnes, Grundartangi)

Fjallabyggð (Siglufjörður og Ólafsfjörður)

Fjarðarbyggð (Mjóifjörður, Norðfjörður, Eskifjörður, Reyðarfjörður, Fáskrúðsfjörður, Stöðvafjörður)

Reykjaneshöfn (Keflavík, Njarðvík, Helguvík, Hafnir)

Skagafjarðarhöfn (Sauðárkrókur, Hofsós, Haganesvík)

Snæfellsbæjarhafnir (Ólafsvík, Rif og Breiðuvík)

Hafnir	Heimildir
Akureyrarhöfn	http://www.port.is/index.php?pid=54
Bolungarvíkurhöfn	http://www.bolungarvik.is/userfiles/file/H%C3%B6fnin%20Gjaldsskr%C3%A1%202012.pdf
Dalvíkurhöfn	http://www.dalvik.is/resources/Files/Gjaldskrar/hafnasjodur/Gjaldskra-2012.pdf
Djúpavogshöfn	http://www.djupivogur.is/data/gjaldskra.dpvhofn.feb2012.pdf
Faxaflóahafnir	http://faxafloahafnir.is/is/gjaldskra/
Fjallabyggð	http://www.fjallabyggd.is/static/files/.pdf/1332412001-hafnarsjodur_gjaldskra_2012.pdf
Fjarðarbyggð	http://www.fjardabyggd.is/media/PDF/Gjaldskra__Hafnarsjodur__112012__undirritud.pdf
Grindavíkurhöfn	http://www.grindavik.is/gogn/2012/Gjaldskra_Grindavikurhafnar_2012.pdf
Grundarfjarðarhöfn	http://www.grundarfjordur.is/Files/Skra_0052011.pdf
Hafnafjarðarhöfn	http://hafnarfjardarhofn.is/Upplýsingaveita/Gjaldskra/
Hornafjarðarhöfn	http://www2.hornafjordur.is/media/stjornsysla/Gjaldskra-Hornafjardarhafnar-2012.pdf
Húsavíkurhöfn	http://www.nordurthing.is/static/files/gjaldskrar/2012/Hafnir_2012_v2.pdf
Ísafjarðarhöfn	http://www.isafjordur.is/gjaldskrar_isafjardarbaejar_1_januar_2012/skra/480/
Kópavogshöfn	http://www.kopavogur.is/media/gjaldskrar/kopavogshofn.pdf
Patreksfjarðarhöfn	http://www.vesturbyggd.is/skrar/skra/994/
Reykjaneshöfn	http://www.reykjaneshofn.is/resources/Files/14_Gjaldskra_1.1.2008.pdf
Sandgerðishöfn	http://sandgerdi.is/skjalasafn/pdf/gjaldskra2012_sandgerdishofn.pdf
Seyðisfjarðarhöfn	http://www.sfk.is/hofnin/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=34
Skagafjarðarhöfn	http://hafnir.skagafjordur.is/Category.mvc/Display/129
Skagastrandarhöfn	http://www.skagastrond.is/frettir/users3/stjori/Gjaldskr%C3%A1%20hafnar%201-5-2012.pdf
Snæfellsbæjarhafnir	http://www.snb.is/Files/Skra_0055838.doc
Vestmannaeyjahöfn	http://www.vestmannaeyjar.is/skrar/file/gjaldskr_hofnin_2011/Gjaldskra_hofnin_2011.pdf
Vopnafjarðarhöfn	http://www.vopnafjardarhreppur.is/Assets/pdf/Vopnafjar%C3%B0arh%C3%B6fn.pdf
Þorlákshöfn	www.olfus.is/media/stofnanir/stjornsysla/ThORLAKSHOFN-2012.docx

Heimildaskrá

- Alþingi. (nóvember 2011). *Tillaga til þingsályktunar um samgönguáætlun fyrir árin 2011-2022*. Sótt 29. maí 2012 frá Alþingi: <http://www.althingi.is/altext/140/s/pdf/0286.pdf>
- American Association of Port Authorities. (2007). *Use of shore-side power for ocean going vessels*. Tetra Tech, Inc.
- Bailey, P. S. (2004). *Harbouring pollution, strategies to clean up U.S. Ports*. NRDC The earths best defence.
- EPA. (6. október 2010). *Zero Emissions: Shoreside Power Goes Online at the Port of San Francisco*. Sótt 19. júní 2012 frá EPA United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/region9/mediacenter/posf-dera/>
- EPA. (21. júní 2012). *An Introduction to Indoor Air Quality, Volatile Organic Compounds*. Sótt 25. júní 2012 frá EPA United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/iaq/voc.html>
- EPA. (15. júní 2012). *Health*. Sótt 25. júní 2012 frá EPA United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/pm/health.html>
- Ericsson&Fazlagic. (2008). *Shore-side Power Supply*. Gautaborg: Chalmers University.
- Faxaflóahafnir. (2011). *Ársskýrsla 2011*. Reykjavík: Faxaflóahafnir.
- Gossett, T. (9. mars 2012). *North American EVA Will Change Shipping Forever*. Sótt 11. júní 2012 frá American Nautical Services: <http://www.amnautical.com/blogs/news/5833134-north-american-eca-will-change-shipping-forever>
- Guðmundur Magnús Kristjánsson. (14. júní 2012). Hafnarstjóri Ísafjarðarhöfn.
- Gunnar S.Steingrímsson. (16. júní 2012). Hafnarvörður Sauðárkrókshöfn.
- Hafsteinn Garðarsson. (15. júní 2012). Hafnarvörður Grundarfjarðarhöfn.
- Helgi Laxdal. (31. maí 2012). Faxaflóahafnir.
- Hörður Blöndal. (júní 2012). Hafnarstjóri Akureyrarhöfn.
- Iðnaðarráðuneytið. (1992). *Sala raforku til skipa í höfnum landsins*. Reykjavík: Iðnaðarráðuneytið.
- Innanríkisráðuneytið. (2011). *Tillaga til þingsályktunar um samgönguáætlun fyrir árin 2011-2022*. Sótt 29. maí 2012 frá Innanríkisráðuneytið: <http://www.innanrikisraduneyti.is/media/samgonguaetlun/0534-m-efnisyfirliti.pdf.pdf>
- Knut Marquart. (2012). *ABB Shore to ship power an effective solution for port emission reduction. Cold Ironing Technical Conference Venice, 26. apríl 2012.*

Már Sveinbjörnsson, K. A. (5. júní 2012). Hafnafjarðarhöfn.

Níels Eyjólfsson. (20. júní 2012). Eimskip.

Nørgaard, G. (12. júní 2012). Danmörk.

Ólaf Sveinsson. (11. júní 2012). Smith og Norland.

Pétur Jónsson. (16. júní 2012). Hafnarstjóri Reykjaneshöfn.

Rekdal, P. G. (11. júní 2012). Höfnin í Osló.

Rúnar Sigurjónsson. (14. júní 2012). Hafnarstjóri Reyðarfjarðarhöfn.

Sigurður Arnar Kristmundsson. (16. júní 2012). Hafnarstjóri Grindavíkurhöfn.

The Port of Los Angeles. (2012). *Alternative Maritime Power*. Sótt 15. júní 2012 frá The Port of Los Angeles: http://www.portoflosangeles.org/environment/alt_maritime_power.asp

Xotta, P. (2012). Overview of Canada Place Shore Power. *Cold Ironing Technical Conference Venice, 26. apríl 2012*.