



MANNVIT

Mat á umfangi vegna uppboðs 4G tíðniheimilda

Póst- og fjarskiptastofnun

Skýrsla – Umfang og kostnaðarmat

29. október 2012





MANNVIT

Mannvit Verkfræðistofa

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

Efnisyfirlit

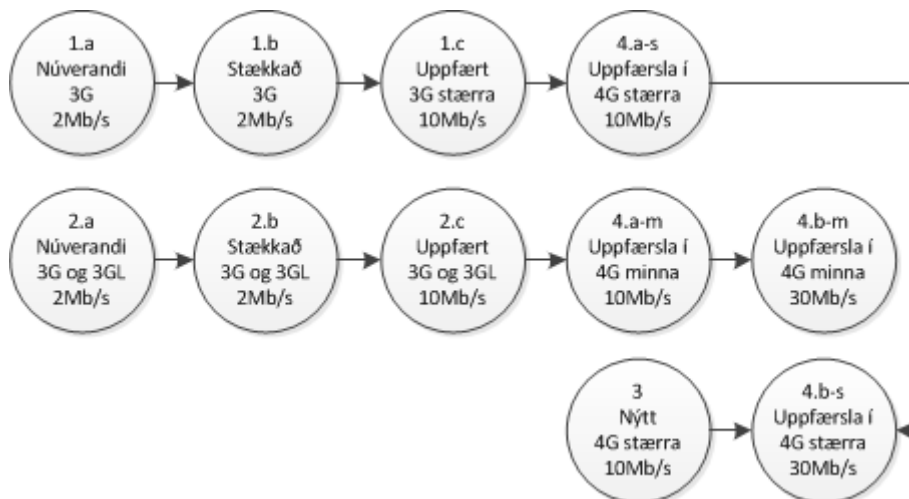
Helstu niðurstöður.....	3
Mat á umfangi	5
Inngangur	5
Forsendur.....	8
Nýtt 4G kerfi.....	14
Stækka núverandi 3G kerfi.....	16
Stækka núverandi 3G og 3GL (2Mb/s)	19
Uppfæra núverandi 3G kerfi	20
Styrkja baknet vegna 4G	20
Mat á kostnaði.....	22
Forsendur.....	22
3G.....	24
<i>Stækka 3G kerfi (2Mb/s) – (1a->1b)</i>	<i>24</i>
<i>Stækkað 3G kerfi uppfært (2Mb/s í 10Mb/s)-(1b->1c).....</i>	<i>25</i>
<i>Stækkað 3G kerfi uppfært í 4G kerfi (10Mb/s)-(1c->4a-s)</i>	<i>27</i>
<i>3G + 3GL stækkað kerfi (2Mb/s)-(2a->2b)</i>	<i>28</i>
<i>3G + 3GL uppfært kerfi (10Mb/s)-(2b->2c)</i>	<i>30</i>
<i>3G-3GL kerfi uppfært í minna 4G kerfi (10Mb/s) (2c->4a-m)</i>	<i>31</i>
4G.....	32
<i>4G - 10Mb/s (3) – Nýtt kerfi - Nýir rekstraraðilar</i>	<i>32</i>
<i>4G - 10Mb/s – (3) – Nýtt kerfi - Núverandi rekstraraðilar</i>	<i>34</i>
<i>4G – Uppfært í 30Mb/s-(3->4b-s)</i>	<i>36</i>
<i>Minna 4G kerfi (10Mb/s) - Uppfært í minna 4G kerfi (30Mb/s) - (4a-m->4b-m)</i>	<i>38</i>
Breyting á tengihraða – Stækkuð kerfi 2Mb/s – 10Mb/s - 30Mb/s.....	39
Svæði utan við 3G og 3GL langdrægt.....	42
Utan byggða.....	43
Hafsvæði	44
Ljósleiðarakerfi.....	44
Fylgiskjöl.....	45
Fylgiskjal 1: Teikning - skipting í láglendi og hálendi	46
Fylgiskjal 2: Teikning af sendum (sellum) í strjálbýli og íbúafjöldi í hverri sellu	47

Fylgiskjal 3: Teikning af ljósleiðurum og sendum (sellum) í strjálbýli	48
Fylgiskjal 4: Sendar (sellur) allt landið.....	49
Fylgiskjal 5: Teikning af sendum (sellum) utan byggða	50
Fylgiskjal 6: Teikning af sendum fyrir hafsvæði	51
Fylgiskjal 7: Teikning af ósnortnu víðerni	52
Fylgiskjal 8: Sveitafélög, þéttbýlisstaðir og byggðakjarnar	53

Helstu niðurstöður

Í skýrslu þessari er metinn kostnaður við að stækkun dreifingarsvæða háhraða farnetskerfa. Þegar rætt er um háhraða farnetskerfi er almennt átt við þau kerfi sem nefnd eru 3G (UMTS) eða 4G (LTE). Í ljósi þess að fyrirhugað uppboð fjarskiptatíðna á 800MHz og 1800MHz er ekki bundin við tiltekin kerfi, hvað þetta varðar, er horft til þeirra kerfa sem geta náð tilteknum hraða, t.d. 2Mb/s, 10Mb/s eða 30Mb/s, með ákveðnum gæðum. Það er síðan fjarskiptafélaganna að ákveða með hvaða hætti þau innleiða viðkomandi kerfi til að ná settu þjónustustigi. Áætlað er umfang við að stækka núverandi 3G kerfi, uppfæra þau og byggja 4G kerfi, miðað við ýmis markmið um þjónustusvæði og afköst.

Í útreikningunum er byggt á því að kostnaður við fyrra skref í stækkun sé ekki endurreiknaður í næsta skrefi. Er yfirlit yfir uppbyggingarleiðir að finna á mynd 1. Áætlað er umfang við að stækka núverandi 3G kerfi, uppfæra þau og byggja 4G kerfi eftir mismunandi leiðum miðað við ýmis markmið um þjónustusvæði og afköst samanber töflu 1.



Mynd 1 – Uppbygging, stækkun og uppfærsla á núverandi eða nýjum kerfum

Helstu niðurstöður eru eftirfarandi þar sem lagður er saman stofnkostnaður og rekstrarkostnaður í 10 ár. Lægri upphæðin á við kerfi þar sem notendur fjarri sendum geta þurft að setja upp fastan viðtökubúnað til að nýta þjónustuna (nefnt minna kerfi eða 3G/3GL í skýrslunni), hærri upphæðin miðar við að þess þurfi ekki (nefnt stærra kerfi eða 4G í skýrslunni):

- Leið 1.a í 1.b (stærra): Að stækka núverandi 3G þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **2Mb/s** kostar 19,5 milljarða króna, þar af um 10,5 milljarða króna í byggð og rúmlega 9 milljarða króna utan byggða. Með öðrum orðum kostar 19,5 milljarða að bjóða þjónustu þar sem hraði er 2Mb/s á 80% landsins utan jökla með stærra kerfi. Ef einungis er horft til byggðra svæða kostar 10,5 milljarð að bjóða 2Mb/s hraða til allra landsmanna með stærra.
- Leið 2.a í 2.b (minna): Að stækka núverandi 3G/3GL þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **2Mb/s** kostar 10,9 milljarða króna, þar af um 1,9 milljarða króna í byggð og rúmlega 9 milljarða króna utan byggða. Með öðrum



orðum kostar 10,9 milljarða að bjóða þjónustu þar sem hraði er 2Mb/s á 80% landsins utan jökla með stærra kerfi. Ef einungis er horft til byggðra svæða kostar 1,9 milljarð að bjóða 2Mb/s hraða til allra landsmanna með með minna kerfi.

- Leið 1.b í 1.c (stærra): Viðbótarkostnaður við að stækka og uppfæra 3G þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **10Mb/s** kostar um 4,3 milljarða króna þar af um 3,4 milljarða króna í byggð og um 900 milljónir króna utan byggða. Er hér gengið út frá því að áður hafi kerfið verið stækkað þannig að það geti veitt 10Mb/s þjónustu á ofangreindum svæðum.
- Leið 2.b í 2.c (minna): Viðbótarkostnaður við að stækka og uppfæra 3G/3GL þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **10Mb/s** kostar um 3,6 milljarða króna þar af um 2,7 milljarða króna í byggð og um 900 milljónir króna utan byggða. Er hér gengið út frá því að áður hafi kerfið verið stækkað þannig að það geti veitt 10Mb/s þjónustu á ofangreindum svæðum.
- Leið 1.c í 4.a-m (stærra): Að uppfæra 3G í 4G þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **10Mb/s** kostar um 5,2 milljarða króna, þar af um 4,3 milljarða króna í byggð og um 900 milljónir króna utan byggða.
- Leið 2.c í 4.a-m (minna): Að uppfæra 3G/3GL í 4G þannig að það nái til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **10Mb/s** kostar um 4,2 milljarða króna, þar af um 3,3 milljarða króna í byggð og um 900 milljónir króna utan byggða.
- Leið 3 (stærra): Að byggja nýtt 4G kerfi, á grunni núverandi kerfa eða frá upphafi, sem nær til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **10Mb/s** kostar rúmlega 22-33 milljarða króna, þar af í byggð um 9,3-19,5 milljarðar króna og utan byggða rúmlega 13,6 milljarða króna.
- Leið 4.a-s í 4.b-s (stærra) og 3 í 4.b-s (stærra): Að uppfæra nýtt 4G kerfi sem nær til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **30Mb/s** kostar rúmlega 4,4 milljarða króna, þar af í byggð rúmlega 3,5 milljarðar króna og um 900 milljónir króna utan byggða.
- Leið 4.a-m í 4.b-m (minna): Að uppfæra nýtt minna 4G kerfi sem nær til allra íbúa og 80% landsins utan jökla og hraði til allra sé að minnsta kosti **30Mb/s** kostar um 3,6 milljarða króna, þar af í byggð rúmlega 2,7 milljarðar króna og um 900 milljónir króna utan byggða.

Nánar er gert grein fyrir forsendum og niðurstöðum hér á eftir.

Mat á umfangi

Inngangur

Í þessari skýrslu eru metið umfang þess að byggja upp nýtt 4G háhraða farnetskerfi, stækka núverandi 3G kerfi, uppfæra þau í 4G og metið hvort þörf er á að styrkja baknet og stofnleiðir vegna 4G kerfis. Tekið er mið af tilteknum skilyrðum og kröfum varðandi stærð þjónustusvæðis, til hverra þjónustan á að ná, hraða uppbyggingar og tengihraða sem hér kallast „háhraðafarnetshraði“.

Verkefninu er skipt í tvo meginhluta, annars vegar að meta umfang og hins vegar kostnað.

Fyrri hluti verkefnis fellst nánar tiltekið í að:

1. Meta umfang þess að stækka núverandi 3G kerfi þannig að það nái í áföngum til allra landsmanna.
2. Meta umfang þess að byggja nýtt 4G háhraða farnets-kerfi annars vegar og hins vegar bæta við og uppfæra núverandi 3G í 4G kerfi þannig að tilgreindum markmiðum verði náð.
3. Meta hvort styrkja þurfi baknet, sérstaklega ljósleiðaranet, þannig að það dugi fyrir 4G og ef svo er, að meta umfang þess.

Við mat á umfangi er meðal annars tekið mið af fjölda senda og gerð þeirra, hvar aðstaða er til staðar og hvar þarf að byggja nýja sendastaði.

Seinni hluti verkefnisins er að meta kostnað við að ná tilgreindum markmiðum. Það er kostnaður við að ná markmiðum um að allir hafi kost á 2, 10 og eða 30Mb/s þjónustu samkvæmt „Tafla 1 - Markmið um þjónustu og uppbyggingarhraða“ sem byggist á íbúaskráningu Hagstofu Íslands. Eftirfarandi markmið og áfangaskipting koma fram í frumvarpi til tólf ára fjarskiptaáætlunar fyrir árin 2011-2022:

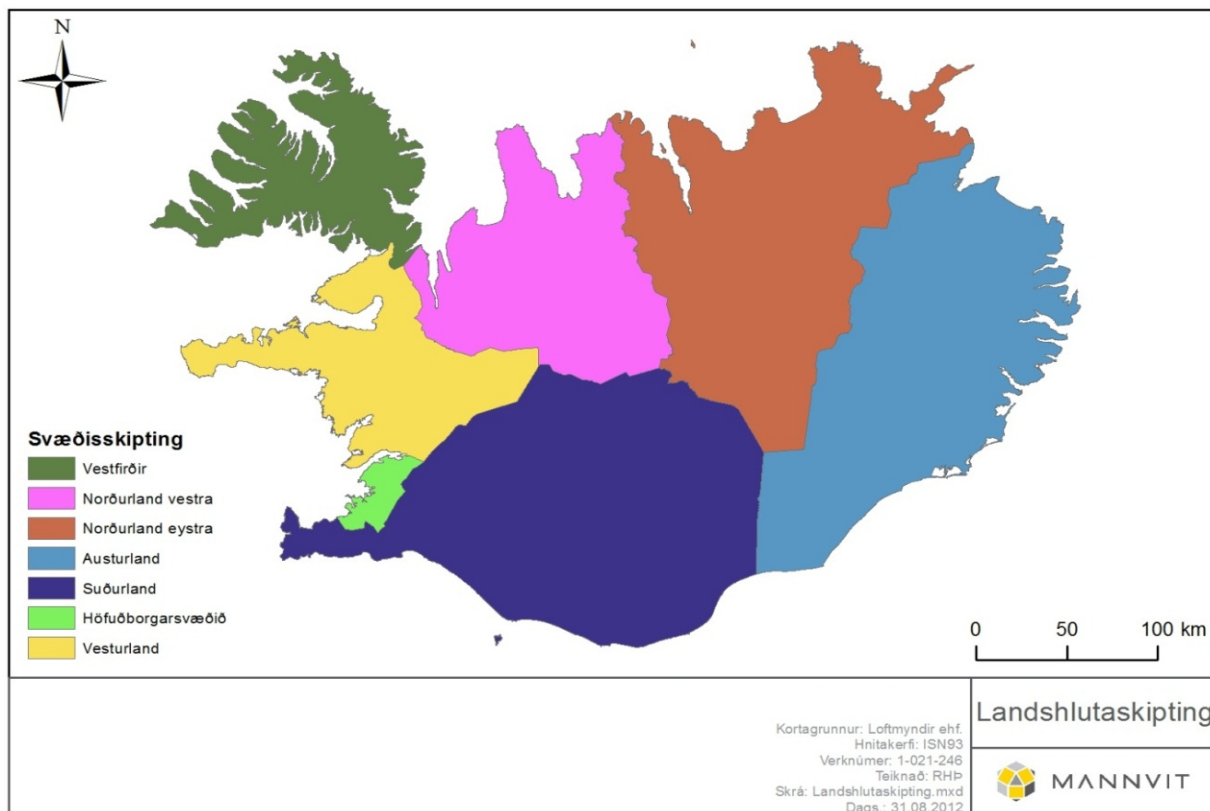
- Að boðið verði upp á háhraða farnetsþjónustu til 98% landsmanna 2014.
- Að boðið verði upp á háhraða farnetsþjónustu til 99,9% landsmanna árið 2022.
- Að boðið verði upp á háhraða farnetsþjónustu á 80% óbyggðra svæða utan jökla og hafsvæðinu kringum landið árið 2018.

Uppbygging getur verið í áföngum og kostnaður því dreifst á lengra tímabil. Miðað er við að háhraða farnetshraði (til notanda, e. download) verði í eftirfarandi áföngum:

- a. 2Mb/s árið 2012,
- b. 10Mb/s árin 2014-2016,
- c. 30Mb/s árið 2022.

Staðir	Íbúa fjöldi	Hlutfall	Uppsafnað	Hraði í Mb/s		
				2	10	30
Þéttbýl svæði						
Þéttbýli > 2.000	266.028	83,20%	83,20%	komið	2014	2014
Þéttbýli 500-2.000 manns	26.497	8,30%	91,50%	komið	2014	2014
Þéttbýli 200 til 500 manns	6.288	2,00%	93,50%	komið	2014	2022
Byggðakjarnar 50-200 manns	4.369	1,40%	94,90%	komið	2014	2022
Strjálbýl svæði						
Suðurland	4.905	1,50%	96,40%	2014	2014	2022
Höfuðborgarsvæðið	735	0,20%	96,60%	2014	2014	2022
Vesturland	2.522	0,80%	97,40%	2014	2014	2022
Norðvesturland	2.435	0,80%	98,20%	2014	2014	2022
Norðausturland	3.292	1,00%	99,20%	2014	2016	2022
Austurland	1.765	0,60%	99,80%	2014	2016	2022
Vestfirðir	739	0,20%	100,00%	2014	2016	2022
Alls	319.575	100,00%				
Önnur svæði						
Hafsvæði allt að 12 sjómílar				komið	2018	2022
Landsvæði 80% landsins utan jökla				2014	2018	2022

Tafla 1 - Markmið um þjónustu og uppbyggingarhraða



Mynd 2 - Skipting landsins í landshluta

Skiptingu landsins í landshluta má sjá á mynd 1. Í „Fylgiskjal 8: Sveitafélög, þéttbýlisstaðir og byggðakjarna“ er listi yfir þéttbýlisstaði og þéttbýliskjarna og sveitarfélög ásamt mannfjölda í þeim ásamt korti sem sýnir sveitarfélög á hverju svæði. Umfangi og kostnaði er skipt niður á landshluta þannig að á hverju svæði hafi að lágmarki 93,5% íbúa og þar með allir í þéttbýlum svæðum, kost á þjónustunni. Síðan er umfang og kostnaður við að auka útbreiðsluna í skrefum metið þannig að sjá má aukninguna fyrir hvert prósent sem útbreiðslan til íbúa eykst.

Þjónusta til óbyggðra svæða og hafsvæða er metið þannig að markmiðum verði náð í einum áfanga.

Skipting landsins í svæði byggist meðal annars á eftirfarandi viðmiðum Hagstofu Íslands. „Þéttbýlisstaður (e. locality) er samfelldt byggt svæði sem hefur að lágmarki 200 íbúa og:

- a. skýrt gatnakerfi; eða
- b. heiti; eða
- c. að hámarki 200 metra á milli húsa. Þó geta þar verið undantekningar sökum iðnaðar- og atvinnusvæða, útivistarsvæða, brúaðra áa, bílastæða og annarra samgöngu-mannvirkja, kirkjugarða, hættusvæða vegna náttúruváar o.s.frv.

Þéttbýlisstaður afmarkast af 250 metra helgunarsvæði út frá ystu mannvirkjum hans. Þéttbýlisstaðir sem þá skarast eða liggja saman og eru veltengdir teljast vera samliggjandi. Afmörkun þéttbýlisstaða er óháð sveitarfélagamörkum.

Byggðakjarnar eru skilgreindir með sama hætti, en afmarkast af sveitarfélagamörkum og ekki eru gerðar kröfur um lágmarksfjölda íbúa. Hagstofan mun ekki birta tölur fyrir minni byggðakjarna en 50 manna, nema þeir hafi náð því marki einhvern tímann á því árabili sem útgefnar tölur ná til.

Byggðakjarnar með færri en 200 íbúa teljast því ekki til þéttbýlis, enda er þéttbýli eftir sem áður miðað við 200 íbúa eða fleiri. Byggðakjarnar liggja því á milli þess að vera þéttbýli og strjálbýli. Samanber „Tafla 1 - Markmið um þjónustu og uppbyggingarhraða“ þá teljast þéttbýl svæði hér samanstanda af þéttbýlum og byggðakjörnum. Önnur svæði í byggð eru strjálbýli. Önnur landssvæði eru óbyggð og tilheyra ósnortnu landsvæði. Til frekari skýringar þá er ósnortið víðerni landsvæði:

- þar sem ekki gætir beinna ummerkja mannsins og náttúran fær að þróast án álags vegna mannlegra umsvifa,
- sem er í a.m.k. 5 km. fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, s.s. raflinum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum (sbr. vegalög),
- sem er a.m.k. 25 km² að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja á jörðu.“

Þéttbýlisstaðir og byggðarkjarnar eru hér tekin saman sem þéttbýli, önnur landsvæði eru strjálbyggð, óbyggð eða jöklar.

Auk þess er landinu skipt í láglandi sem er allt landsvæði undir 200 m hæð og hálendi sem er allt landssvæði yfir 200 m hæð yfir sjávarmáli. Láglandi er um 24.000 km², þar af er þéttbýli innan við 1.000 km² og hálendi um 79.000 km², þar af jöklar tæplega 12.000 km². 80% af landssvæði á hálendi



utan jökla er því um 54.000 km². Nokkur svæði á láglendi eru óbyggð og einnig eru nokkur svæði á hálendi í byggð.

Forsendur

Miðað er við að 4G þjónustan sé fyrst og fremst gagnaflutningsþjónusta (netþjónusta), ekki talsímaþjónusta. Með háhraða *farnets* þjónustu er átt við að netþjónustan nái til notenda á ferð, þeir geti hvort sem er verið kyrrstæðir eða í farartæki á ferð og þeir geti getið tekið áskriftina með sér á milli staða.

Áskrifandi getur að jafnaði notað einfalt móttökutæki eins og snjallsíma eða netpung. Umfangi við uppbyggingu er skipti í tvennt. Annars vegar er þjónustan þannig að búast má við því að á svæðum fjarri sendum þurfi aukinn búnað til að geta nýtt sér þjónustuna til dæmis fast loftnet utan á húsi, það er „minni gerðin“ af 3G/4G kerfi. Hins vegar er þjónustan þannig að aðeins í undantekningartilfellum þurfi viðbótar búnað til að nýta þjónustuna og að almennt sé þjónustan til staðar innandyra í hefðbundnum húsum, það er „stærri gerðin“ af 3G/4G kerfi. Í fyrra tilfallinu þarf minna kerfi þannig að kostnaður þess sem byggir og rekur kerfið verður lægri. En á móti kemur að kostnaður sumra áskrifanda verður hærri en annarra. Þjónustan verður einnig ekki alls staðar *farnets* (e. *mobile*) þjónusta það er áskrifandi er í raun fasttengdur um fast loftnet þótt tengingin sé þráðlaus en ekki þráðbundin. Nákvæmlega hversu hátt hlutfall áskrifenda þarf viðbótar búnað, í minni gerðinni, liggur ekki fyrir enda fer það eftir aðstæðum á hverjum stað en gera má ráð fyrir því að það sé innan við helmingur áskrifenda í strjálbýli. Þeir sem þurfa viðbótar búnað í stærra gerðinni, í undantekningartilfellunum, eru þeir sem vilja til dæmis nota tenginguna innandyra niðri í kjallara eða á öðrum slíkum stöðum sem merki nær illa til.

Hér er miðað við að á skilgreindu þjónustusvæði náist að lágmarki sá hraði sem miðað er við. Auk þess er tekið tillit til þess að seinkun (e. latency) og breytilegur svartími (e. jitter) þurfa að vera innan eðlilegra marka til að þjónustan sé ásættanleg. Því fylgir að yfirbókun má ekki verða of mikil, gæði tenginga þurfa að vera nægjanleg og tæknin þarf að vera góð. Það leiðir til þess að stærð þjónustusvæðis hvers sendis takmarkast mjög, svo og fjöldi áskrifenda sem geta verið á þjónustusvæði sendis.

3G

Það er til staðar 3G þjónusta sem nær til stórs hluta íbúa landsins og út á haf. Hraði er þó eðlilega afar mismunandi og háður aðstæðum. Annars vegar er til hefðbundið 3G kerfi í stærri þéttbýlum og hins vegar langdrægt 3G kerfi og getur þurft sérstakan búnað til að nýta það.

Áætlanir um þróun 3G tækninnar miðast við að hægt er eða verði að ná yfir 30Mb/s í nýjustu útgáfum staðlanna, með HSPA+ og HSDPA. Sem dæmi þá miðar útgáfa 11 af HSPA+ við það að hraði verði allt að 672Mb/s. Erlendis eru komin fram kerfi þar sem 40Mb/s hraði er gefin upp sem mesti hraði. Hérlandis er hraði í 3G nú mest um 8Mb/s. Nýlegar prófanir í nágrannalöndunum sýna þó að yfirleitt er 3G hraði aðeins rétt um 2Mb/s í þéttbýli. Sumir þjónustuaðilar erlendis kalla HSPA+ (t.d. HSPA+21) 4G þjónustu. Það er ekki gert í þessari skýrslu.

Hér er miðað við að mögulegt og hagkvæmt verði að stækka núverandi 3G kerfi hér á landi þannig að hraði verði að jafnaði yfir 10Mb/s. Ekki er hér reiknað með að þau verði stækkuð og uppfærð þannig að hraðinn fari að jafnaði yfir 30Mb/s. Það er þó ekki hægt að fullyrða að svo verði ekki en það mun

ráðast af fjölmörgum þáttum svo sem framboði á notendabúnaði, möguleikum á uppfærslum, kostnaði og fleiru.

Nú eru þau 3G kerfi sem eru til staðar misstór. Við mat á umfangi þess að stækka eða uppfæra núverandi kerfi er miðað við það eða þau kerfi sem er stærra á tilteknu landssvæði. Ekki er gert ráð fyrir því að fjölga þurfi sendum í þéttbýli til að ná fram auknum hraða heldur sé að jafnaði hægt að auka afköst með uppfærslu senda.

Þar sem 3G kerfi vinna á annarri tíðni en til stendur að úthluta fyrir 4G þá getur verið flókið að uppfæra núverandi kerfi úr 3G í 4G. Það getur þurft að skipta um búnað að hluta, skipta um loftnet og fleira. Með notkun fjöltíðnibúnaðar er meðal annars hægt að samnýta aðstöðu, loftnet og sambönd til að draga úr kostnaði. Það er því gert ráð fyrir því að það sé talsvert minna verkefni að uppfæra núverandi 3G kerfi í 4G en byggja nýtt 4G kerfi frá grunni. Reynslutölur erlendis frá benda til þess að kostnaður við að uppfæra úr 3G í 4G geti verið á bilinu 40-60% af því að byggja nýtt kerfi.

4G

Miðað er við það hér að 10Mb/s hraði náist strax í fyrsta áfanga nýrra 4G kerfa hér á landi í þéttbýli, sem byggð yrðu á árunum 2014-2016 og að afköst séu ekki minni en 30 bitar/s/Hz sem gera um 75Mb/s á 2,5Mhz tíðnibandi. Samkvæmt ITU-R þá miðast 4G kerfi við að ná 100Mb/s hraða fyrir móttöku á ferð en 1Gb/s fyrir kyrrstæða móttöku. Fyrsta kynslóð 4G kerfa er fjarri því að ná því en næsta kynslóð sem meðal annars kallast „LTE Advanced“ á að ná þessum viðmiðum. Gert er ráð fyrir því að kerfi sem byggt yrði hér í kjölfar tíðniúthlutunar verði af annarri kynslóð 4G kerfa.

Í 4G kerfum er gert ráð fyrir að baknetið sé að hluta af endurvarpa (e. relay) gerð þannig að baknet sendis geti allt eins komið frá næsta eða næstu sendum eins og um ljósleiðara eða örbylgju. Jafnframt má búast við, að til að fylla í þjónustusvæði, verði notaðar smásellur (e. pico og/eða femto sellur). Einnig hafa komið fram tækninýjungar t.d. í loftnetum svo sem að auka tímabundið afköst og stefnuvirkni í tiltekna átt þar sem álagið er mikið. Tekið er tillit til þessa við mat á umfangi.

Enn sem komið er eru tvær megin útfærslur til á 4G kerfum það er „Mobile WiMax“ og „LTE“. Ekki er tekin afstaða til þess af hvorri gerð kerfi verða hér á landi enda miðað við að umfang þeirra yrði álíka.

Til einföldunar er í reiknilíkani gert ráð fyrir því að sendar í nýju 4G kerfi verði staðsettir á jafnmörgum stöðum og sendar í stækkuðu 3G kerfi.

Aðstaða

Ef aðstaða er til staðar, þá er gert ráð fyrir því að nýta hana. En jafnframt er gert ráð fyrir því að það þurfi einhverjar viðbætur við aðstöðuna svo sem festingar, viðbótarstaur, bæta við loftræstingu og svo framvegis. Auk þess er gert ráð fyrir því að í einhverjum tilfellum sé núverandi aðstaða fullnýtt og því þurfi að bæta við núverandi aðstöðu.

Þar sem byggja þarf nýja aðstöðu, þá er miðað við að hún sé annars vegar lítil og hins vegar stór. Lítil aðstaða er innan við 10m² hús og 10-20m loftnetastaur. Stór aðstaða er 10-20m² hús og 30-40m mastur. Lítil aðstaða er fyrir minni senda, stór fyrir stærri senda þar sem stærri sendir dekkar stærra svæði en smærri sendir.



Aðstaða er annars vegar í byggð þar sem tiltölulega stutt er í rafveitu og hins vegar utan byggðar þar sem langt er í rafveitu. Í byggð er gert ráð fyrir að tengjast rafveitu á viðkomandi svæði. Utan byggða er hægt að leggja rafstrengi um langan veg eða setja upp rafstöð en hvort tveggja hefur verið gert hérlandis. Eftir eldsneytishækkunir undanfarin ár er sífellt hagkvæmara að leggja rafstrengi frekar en að reka rafstöð auk þess sem það er umhverfisvænna. Hér er því miðað við að það sé nú hagkvæmara að leggja allt að 20 km raflögn frekar en að setja upp rafstöð. Þannig að sendastaðir næst byggð verði allir tengdir rafveitu en aðrir eru knúnir með rafstöð.

Að nýrri aðstöðu þarf vegslóða auk rafveitu. Sá slóði þarf að vera bílfær og þannig gerður að hann sé ekinn frekar en að ekið sé utan vega. Meðallengd vegslóða er áætluð út frá stærð sellu en gert er ráð fyrir að nýta alla þá slóða sem þegar eru til staðar um óbyggðir þannig að „stofnvegir“ séu ávallt til staðar.

Reiknilíkan

Til þess að meta umfang var útbúið líkan sem tekur mið af eftirfarandi atriðum. Með því eru útbúnir meðalsendar sem fjöldi senda tekur mið af. Ljóst er, að á hverjum stað fyrir sig eru aðstæður misjafnar og því ekki hægt að heimafera líkanið á einstaka staði.

Gert er ráð fyrir því að háhraða farnetsþjónusta sé viðaukaþjónusta (e. secondary) sem þýðir að hægt er yfirbóka þjónustuna meira. Það er, að íbúar hafa að jafnaði einnig aðgang að fastlínupjónustu sem annar stórum hluta af niðurbals-þörfum notenda. Þrátt fyrir þetta má búast við því að fjölmargir notendur verði aðeins með 3G eða 4G þjónustu.

Í þéttbýli er miðað við mannfjölda, það er fjöldi senda tekur mið af íbúafjölda á svæðinu og þar með þéttleika byggðar frekar en fjarlægðum. Þannig næst nægjanlegur þéttleiki í þjónustuna til að anna eftirspurn og hún nær inn í flest hús. Auk þess er miðað við að:

- Um 100 notendur (áskrifendur) eru á hverjum sektor, 3-4 sektorar hver 90°-120° eru á hverjum sendi (eða sellu).
 - Nú eru iðulega 3 sektorar í 3G en 4 sektorar gætu hentað betur í 4G.
- 4G kerfi sem byggt yrði hefði 2x10MHz á 800MHz tíðnisviðinu til ráðstöfunar.
 - Ekkert liggur fyrir um stærð tíðnisviðsins sem úthlutað verður, hér er aðeins miðað við þessa stærð í reiknilíkani.
- 25% íbúa í hverjum þéttbýlisstað eru notendur kerfis og álag getur dreifst á fleiri en eitt kerfi.
- Allir íbúar í þéttbýli hafa kost á þjónustunni.

Í nýlegum tíðniheimildum sem Póst- og fjarskiptastofnun hefur gefið út fyrir UMTS er tilgreint að:

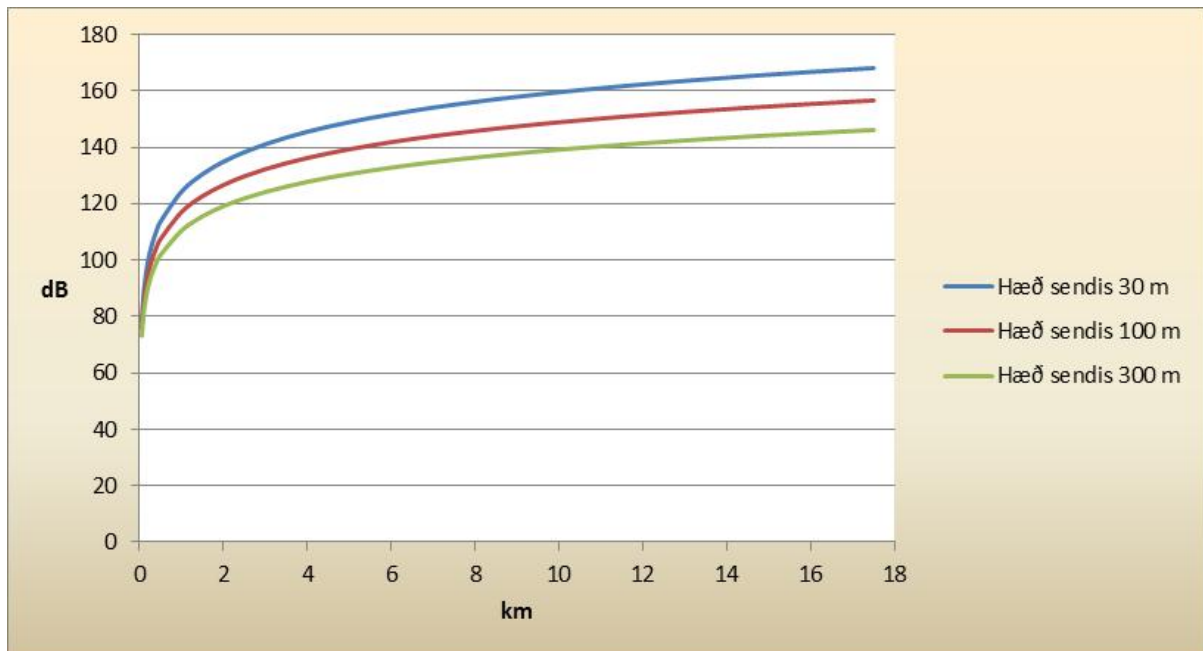
- Útbreiðsla í þéttbýli: Móttökustyrkur skal vera jafn eða meiri en -85 dBm
- Útbreiðsla í strjálbýli: Móttökustyrkur skal vera jafn eða meiri en -100 dBm

Næst sendastað er mesti mögulegi hraði en eftir því sem fjær dregur þá minnkar hraðinn auk þess sem veðurfar, aðstæður, stilling loftneta, sendiafl, búnaður notenda og fleira hefur áhrif á hraðann. Til að fá allstaðar þann hraða og þjónustugæði sem miðað er við, þarf notandi því að vera nærri sendi við góðar aðstæður.

Frá sendi að viðtakanda dofna styrkur merkis og á endanum er merkið orðið það veikt að ekki er hægt að ná sambandi með hefðbundnum búnaði eða fullum afköstum. Nokkrar aðferðir eru til að áætla leiðardeygingu merkis (e. path loss). Ein þeirra aðferða sem notuð er kallast COST 231 Hata líkanið sem reiknar deyfingu (eða töp) á eftirfarandi máta:

$$Tap = 46,3 + 33,9 \cdot \log_{10}(f) - 13,82 \cdot \log_{10}(ht) - a + (44,9 - 6,55 \cdot \log_{10}(ht)) \cdot \log_{10}(d) + C$$

þar sem f er tíðni í MHz, ht er hæð sendis (loftneta), hr er hæð viðtökutækis, d er fjarlægð milli sendis og viðtakanda og a er skilgreint sem $a = 3,2 \cdot (\log_{10}(11,75 \cdot hr))^2 - 4,97$. Í úthverfum og strjálbýli er miðað við að $C = 0\text{dB}$ en í borgum 3dB það er deyfing er minni í strjálbýli en þéttbýli. Miðað við að $f = 800\text{MHz}$ og $hr = 1,5\text{m}$ og strjálbýli þá fæst sú deyfing sem fall af fjarlægð og hæð sendis sem sýnd er á „Mynd 3 – Deyfing merkis eftir fjarlægð frá sendi og hæð sendis“.



Mynd 3 – Deyfing merkis eftir fjarlægð frá sendi og hæð sendis

Ef sendistyrkur er um 46dBm að hámarki og lágmarksstyrkur móttöku er -100dBm , samanber kröfur um móttökustyrk hér að ofan, þá jafngildir það drægni um:

- 5km ef sendir er í 30m hæð.
- 9km ef sendir er í 100m hæð.
- 17km ef sendir er í 300m hæð.

Þetta gefur vísbendingu um hver drægni er miðað við „ásættanlega“ þjónustu. Með ýmsum hætti er hægt að auka drægni en á móti kemur deyfing inn í byggingar og af öðrum orsökum. Í strjálbýli, á stöðum sem eru fjærst sendi þar sem styrkur utandyra er minnstur (nálægt -100dBm), þá næst



merkið vart innandyra án viðbótarbúnaðar. Með viðbótarbúnaði er hægt að auka drægni talsvert. Þannig er hægt að ná þjónustu þótt merkisstyrkur sé komin niður í -110dBm. Til dæmis er styrkur merkis um -110dBm í um 40 km fjarlægð frá sendi í 300 m hæð og sami styrkur er í 95 km fjarlægð ef sendir er í 800 m hæð.

Í strjálbýli er miðað við stærð landsvæðis, þéttleika byggðar og núverandi sendakerfi og að:

- Þjónustan nái til staða í byggð svo sem lögheimila, atvinnuhúsnæðis og opinberra bygginga samkvæmt „Tafla 1 - Markmið um þjónustu og uppbyggingarhraða“ sem og svæða þar í kring.
- Það er miðað við svipaðan fjölda sendastöðva í 3G og 4G fyrir 2Mb/s, það er til að ná til sama svæðis þarf sama fjölda senda.
 - Drægni 2Mb/s er miðuð við allt að 15 km.
- Fyrir 10Mb/s og fyrir 30Mb/s þarf fleiri sendastöðvar. Við bestu aðstæður og stefnuvirkni (eða 4 sektora) þá er:
 - Drægni 5-10 km hámark fyrir 10-30Mb/s.
 - Í strjálbýli takmarkast drægni allt eins af landslagi svo sem fjöllum frekar en tækni. Á sléttlendum svæðum eins og suðurlandi er því miðað við meiri drægni en í fjallendum svæðum.

Útbúnar eru sexhyrndar sellur með annars vegar 10 km (drægni um 5km, þjónustusvæði um 85km²) og hins vegar 20 km (drægni um 10km, þjónustusvæði um 345km²) milli samhliða hliða. Þessar sellur eru staðsettir á þekktum sendastöðvum þannig að þjónustan nái til allra byggðra staða þar nærri. Til að ná til annarra staða eru sellurnar staðsettar þannig að sem flestir staðir náist og þannig fæst hvað þarf marga nýja sendastaði.

Á „Mynd 1 – Uppbygging, stækkun og uppfærsla á núverandi eða nýjum kerfum“ má sjá þær mismunandi leiðir á uppfærslum og stækkunum sem útreikningar miðast við.

- Frá núverandi 3G 2Mb/s er það stækkað þ.a. allir nái þeim tengihraða án sérstaks viðbótarbúnaðar.
- Frá núverandi 3G og 3GL 2Mb/s er það stækkað þannig að þjónustan nái til allra en þeir geta þurft viðbótarbúnað t.d. útiloftnet til að ná þjónustunni.
- 4G 10Mb/s miðast við að allir hafi aðgang að þjónustunni á 10Mb/s tengihraða án sérstaks viðbótarbúnaðar.

Með 3GL er átt við langdrægt 3G kerfi þar sem senditíðni senda er á 900MHz, sendar eru færri, langdrægari og eru oft staðsettir hátt t.d. upp á fjöllum. Þannig næst til stórra landssvæða með tiltölulega fáum sendum. Fjarri sendi getur þurft viðbótarbúnað, samanber það sem fyrr var skýrt, til að nýta þjónustuna auk þess sem skuggasvæði eru fleiri, þar sem sendar eru færri. Því er 3G&3GL einfaldari og ódýrari lausnin, það er minna kerfið. Sama getur gilt um 4G, það er að til verði 4G langdrægt.

Miðað er við að baknet, það er stofnnet um landið og samband að hverjum sendastað, sé af hagkvæmustu gerð hverju sinni. Það þýðir að nýtt er ljósleiðaratenging ef hún er til staðar, annars staðar er notað ljósleiðarasamband, örbylgjusamband eða endurvarpi (e. relay) frá næstu sendastöð, allt eftir því hvað er hagkvæmast. Hér er miðað við, að það sé hagkvæmt að leggja allt að 5km ljósleiðaralögn ef aðstaður er hentugar, að öðrum kosti sé sé hagstæðara að nota örbylgju eða aðrar leiðir.

Utan byggða er tekið mið af eftirfarandi (stærri gerðin):

- Drægni er miðuð við 10 km. Hún takmarkast aðallega af landslagi.
- Hver sendir nær til 80% af því landsvæði sem fellur undir selluna.
- Sendar eru staðsettir á öllum núverandi sendastöðum. Aðrir eru staðsettir á stöðum þar sem þarf að byggja aðstöðu.

Þetta byggist á því að staðsetja senda á fjallatoppum þannig að þeir nái góðri dreifingu. Þrátt fyrir það verður ávallt talsvert um skuggasvæði þar sem þjónustan næst ekki. Með því að hafa drægni frekar stutta, þannig að sendar verði fleiri, næst að fylla betur upp í skuggasvæðin.

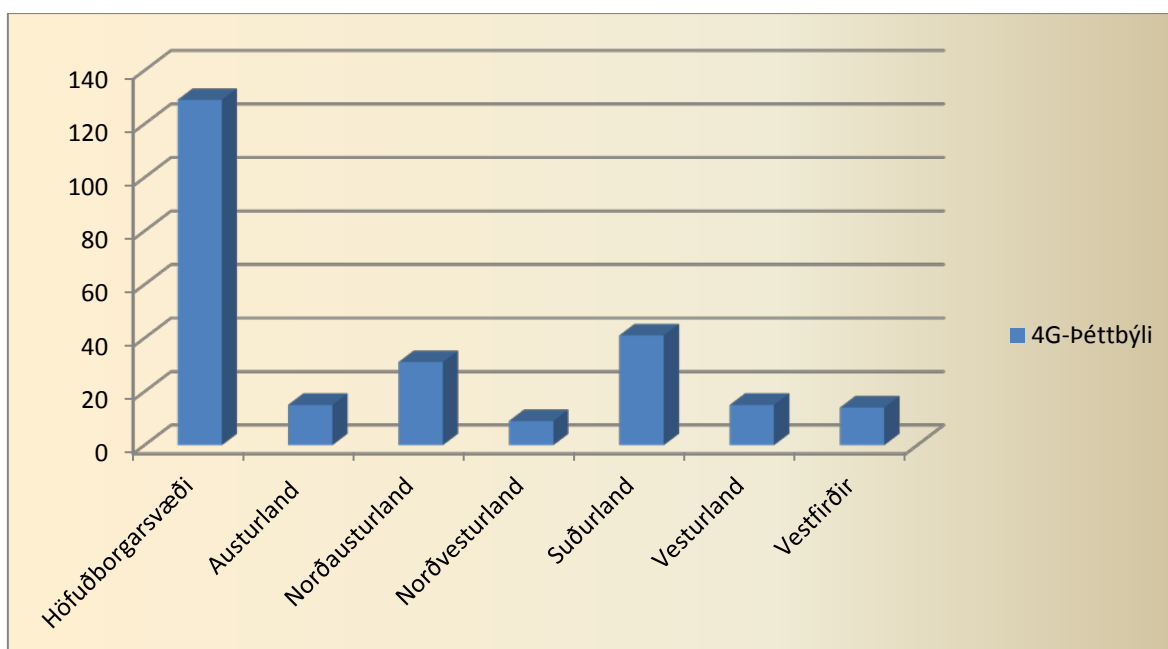
Hafsvæði takmarkast hér við 12 sjómílur (um 22 km) frá landi og 80% þess hafsvæðis. Til að draga svo langt og ná markmiðum um hraða og þéttleika, er miðað við að það þurfi bæði fjölda senda og 60° stefnuvirkni á hverjum stað. Með tækniþróun náist markmið um hraða á næstu árum. Það þarf að byggja nokkuð marga nýja staði enda þurfa loftnet að vera í yfir 40 m hæð yfir sjávarmáli ef þau eru alveg við sjó. Miðað er við að nýta alla aðstöðu sem er til staðar. Þar sem ekki er aðstaða þarf að finna lausnir til að ná út á haf. Víða við strendur landsins, sérstaklega sunnanlands eru ekki aðstaður til að reisa nýja staði nærri sjó, þannig að aðstaða yrði fjær sjó en þá hærri.

Nýtt 4G kerfi

Í þessum kafla er lagt mat á umfang vegna uppsetningar nýs 4G fjarnetskerfis (stærri gerðin). Fjöldi senda er fundinn annars vegar miðað við fjölda notenda á þéttbýlisstöðum og hinsvegar talningu sendastöðva í strjálbýli eftir útbreiðslu senda og byggðra svæða í landshlutum. Reiknað er með 400 notendum á hvern sendi, sjá „Tafla 2 – 4G sendastaðir í þéttbýli“.

4G þéttbýli	Fjöldi þéttbýlisstaða (stk)	Hlutfallsleg skipting (%)	Íbúafjöldi alls	Fjöldi sendastaða 400 not/sendi
Höfuðborgarsvæðið	8	63,5%	202.859	129
Austurland	14	2,7%	8.774	15
Norðausturland	19	8,0%	25.693	31
Norðvesturland	8	1,5%	4.937	9
Suðurland	25	13,0%	41.689	41
Vesturland	11	4,0%	12.802	15
Vestfirðir	13	1,9%	6.216	14
Samtals:				254

Tafla 2 – 4G sendastaðir í þéttbýli

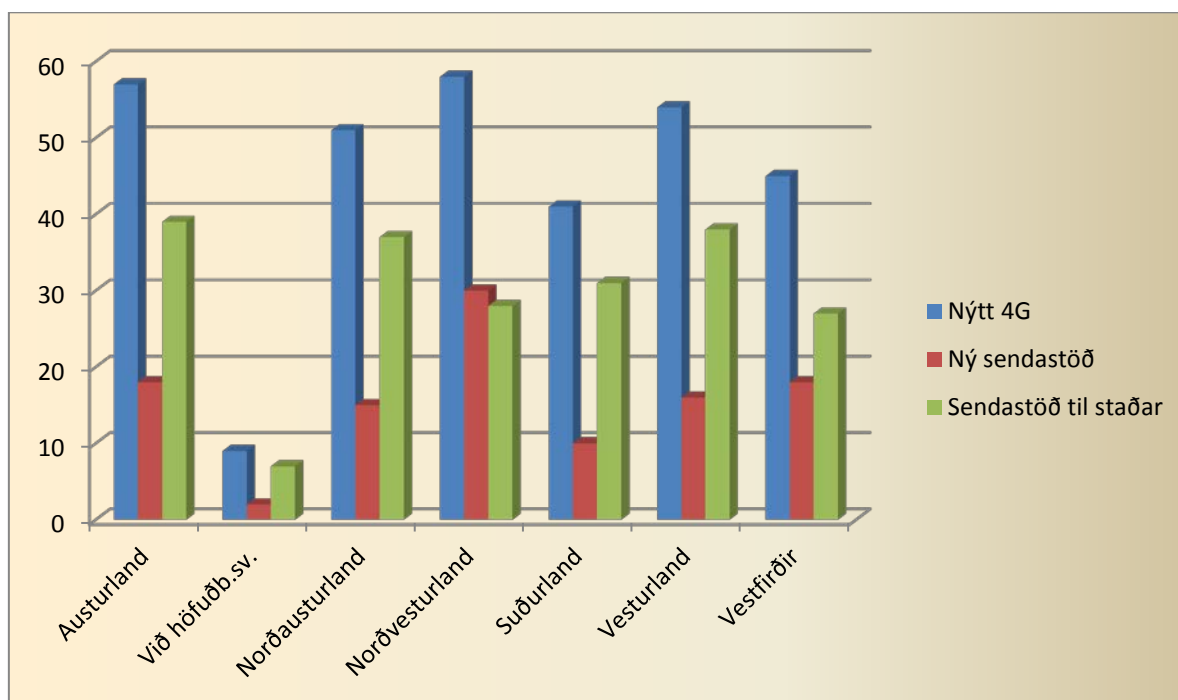


Mynd 4 – 4G sendastaðir í þéttbýli

Í strjálbýli er fjöldi sendastöðva talin á byggðum svæðum í landshlutum og er miðað við útbreiðslu sem er 5-10km radíus (lítil eða stór sendistöð) út frá hverri sendastöð. Útbreiðslusvæði er miðað við að þekja öll byggð svæði og að allir íbúar hafi möguleika á hámarks tengihraða (>30Mb/s), sjá „Tafla 3 – Fjöldi 4G sendastaða í strjálbýli“. Sendastöðvar eru í fyrsta lagi núverandi sendastöðvar með GSM (2G/3G) búnað og aðstöðu til staðar, í öðru lagi núverandi sendastöðvar án GSM búnaðar en með aðstöðu og í þriðja lagi nýir sendastaðir.

Landshlutar - 4G Strjálbýli	Heildar-fjöldi 4G senda-stöðva	Fjöldi senda-stöð STÓR	Fjöldi senda-stöð LÍTIL	Fjöldi senda-stöðva með 3G/2G búnað	Fjöldi senda-stöðva sem ekki eru með GSM búnað	Fjöldi nýrra senda-stöðva
Austurland	57	3	54	10	29	18
Höfuðborgarsv.	9	0	9	5	2	2
Norðausturland	51	5	46	17	20	14
Norðvesturland	58	1	57	10	18	30
Suðurland	41	11	30	15	16	10
Vesturland	54	3	51	22	16	16
Vestfirðir	45	0	45	10	17	18
Samtals:	315	23	292	89	118	108

Tafla 3 – Fjöldi 4G sendastaða í strjálbýli



Mynd 5 – Fjöldi 4G sendastaða í strjálbýli

Svæði	Fjöldi íbúa	Fjöldi senda	Íbúar/sendi
Austurland	1.765	57	31
Höfuðborgarsvæði	735	9	82
Norðausturland	3.292	51	63
Norðvesturland	2.435	58	42
Suðurland	5.028	41	123
Vesturland	2.522	54	47
Vestfirðir	739	45	16
Samtals:	16.516	315	

Tafla 4 – Íbúafjöldi og sendar í strjálbýli

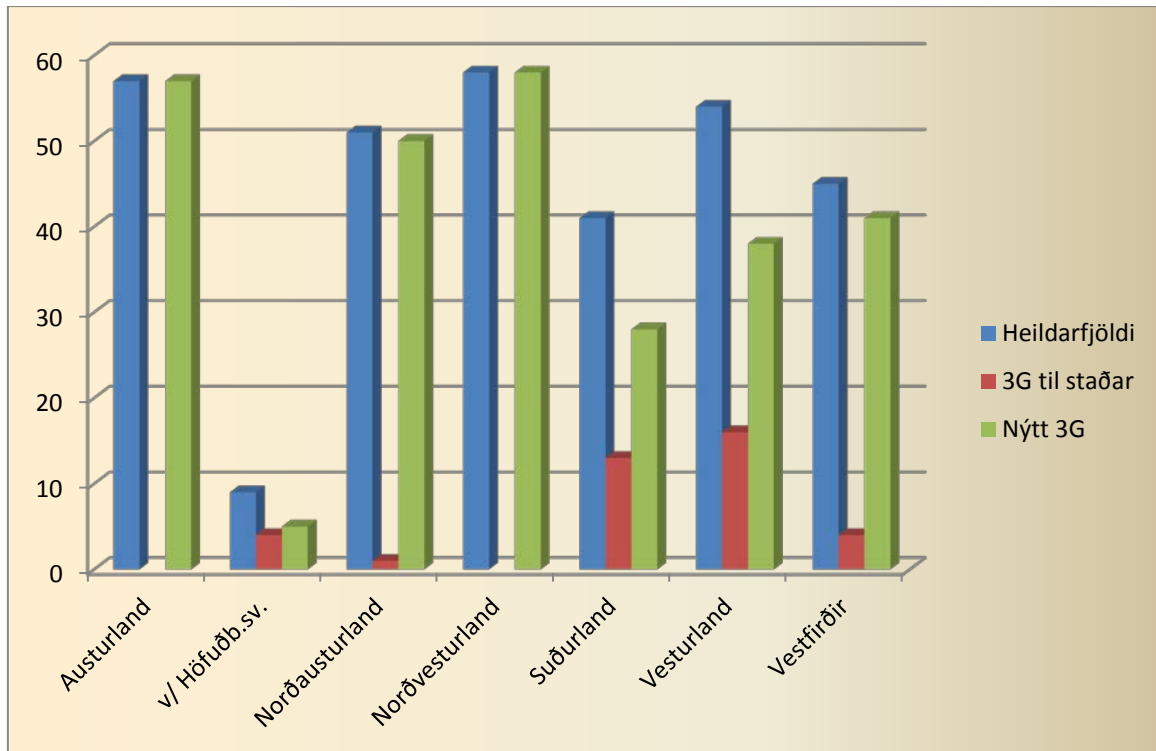
Samtals er fjöldi sendastöðva í strjálbýli 315 talsins. Notendur á hverja sendastöð eru að meðaltali 58.

Stækka núverandi 3G kerfi

Í þessum kafla er lagt mat á umfang þess að stækka núverandi 3G kerfi án 3GL (stærri gerðin). Bætt er við 3G sendastöðvum, þannig að öll byggð svæði, strjálbýli og þéttbýli, utan höfuðborgarsvæðis, hafi kost á að tengjast 3G kerfi. Fyrst var fjöldi núverandi 3G sendastöðva farsímafélaganna áætlaður meðal annars út frá útbreiðslukortum þeirra. Aðeins eru taldar sendastöðvar utan höfuðborgarsvæðisins. 3G sendar sem bætast við verði settir upp á sendastöðvum farsímafélaganna þar sem fyrir er annar GSM búnaður, öðrum sendastöðvum með aðstöðu til staðar og einnig nýjum stöðum þar sem aðstaða er ekki til staðar í dag sjá “Tafla 5 – Strjálbýli – stækkun 3G kerfis”.

Landshlutar - 3G Strjálbýli	Heildar-fjöldi 3G senda-stöðva	3G Senda-stöðvar til staðar í strjálbýli	Nýjar senda-stöðvar	Nýjar senda-stöðvar STÓR	Nýjar senda-stöðvar LÍTIL	Nýjar senda-stöðvar með aðstöðu	Nýjar senda-stöðvar án aðstöðu STÓR	Nýjar senda-stöðvar án aðstöðu LÍTIL
Austurland	57	0	57	3	54	39	0	18
Höfuðborgarsv.	9	4	5	0	5	3	0	2
Norðausturland	51	1	50	5	45	35	1	14
Norðvesturland	58	0	58	1	57	28	0	30
Suðurland	41	13	28	11	17	18	2	8
Vesturland	54	16	38	3	35	22	1	15
Vestfirðir	45	4	41	0	41	23	0	18
Samtals:	315	38	277	23	254	168	4	105

Tafla 5 – Strjálbýli – stækkun 3G kerfis

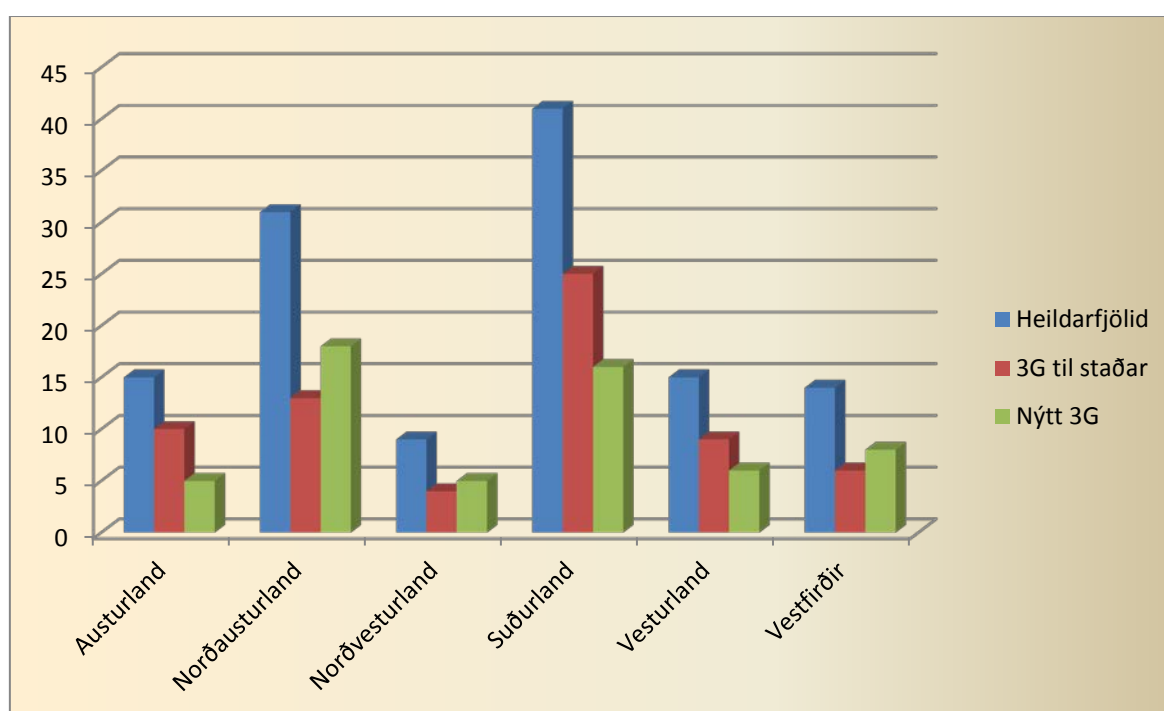


Mynd 6 - Strjálbýli – stækkun 3G kerfi

Samkvæmt „Tafla 5 – Strjálbýli – stækkun 3G kerfis“, þá eru tæplega 40 3G sendastöðvar í núverandi kerfum í strjálbýli. Bæta þarf við 277 sendastöðvum til þess að þekja byggð svæði sem ekki eru með 3G samband í dag (fyrir utan 3G langdrægt). Bæta þarf við 109 nýjum sendastöðvum án aðstöðu. Heildarfjöldi 3G sendastöðva í strjálbýli verða því 315, eftir stækkun.

Landshlutar - 3G þéttbýli utan höfuðborgarsvæðis	Heildarfjöldi 3G sendastöðva	Fjöldi 3G sendastöðva til staðar í þéttbýli	Fjöldi nýrra sendastöðva
Austurland	15	10	5
Norðausturland	31	13	18
Norðvesturland	9	4	5
Suðurland	41	25	16
Vesturland	15	9	6
Vestfirðir	14	6	8
Samtals:	125	67	58

Tafla 6 – Þéttbýli - 3G kerfi stækkun



Mynd 7 - Þéttbýli - 3G kerfi stækkun

Samkvæmt „Tafla 6 – Þéttbýli - 3G kerfi stækkun“, þá eru 67 sendastöðvar til staðar í þéttbýli utan höfuðborgarsvæðisins. Þörf er á 58 nýjum 3G sendastöðvum til að þekja þéttbýlisstaði sem ekki eru í sambandi í dag (fyrir utan 3G langdrægt).

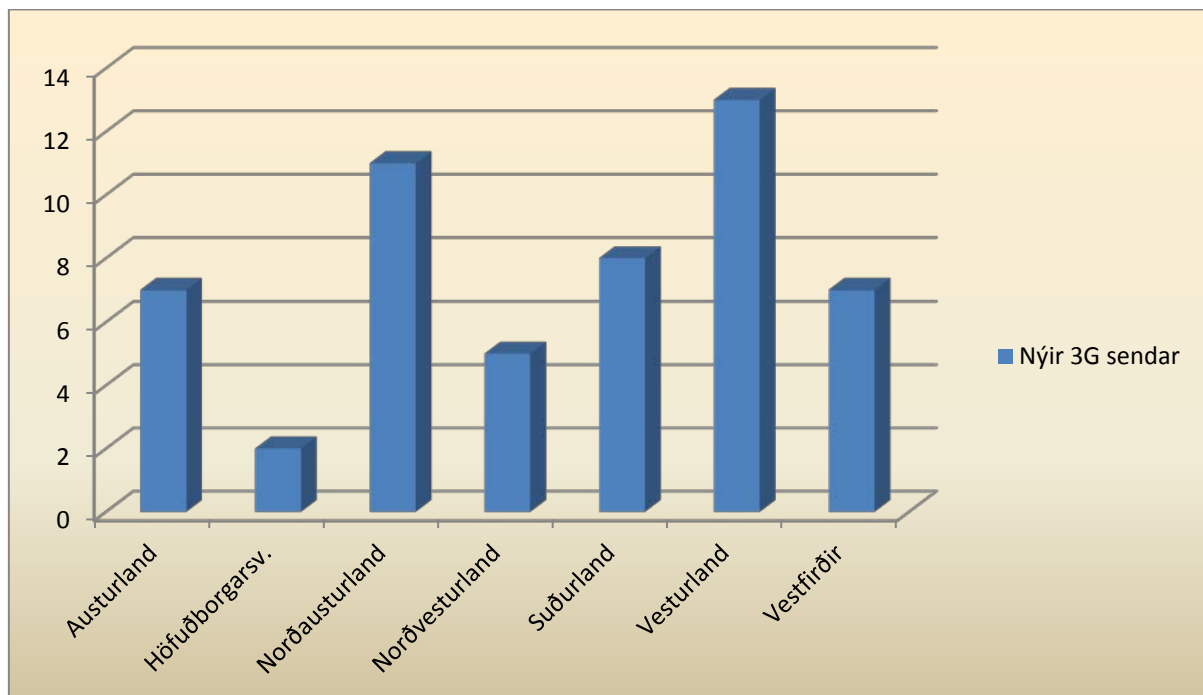
Stækka núverandi 3G og 3GL (2Mb/s)

Í töflum hér að neðan er lagt mat á stækkun 3G kerfis en nú með 3GL (minna kerfi).

3G og 3GL kerfi (2Mb/s)	Viðbótar-sendar 3G með aðstöðu LITLIR	Viðbótar-sendar STÓRIR	Nýir sendar án aðstöðu LÍTILL	Nýir sendar án aðstöðu STÓR
Austurland	5	0	2	0
Höfuðborgarsvæði	1	0	1	0
Norðausturland	6	2	2	1
Norðvesturland	2	0	3	0
Suðurland	8	0	0	0
Vesturland	8	1	3	1
Vestfirðir	3	0	4	0
	33	3	15	2

Tafla 7 – Landshlutar (þéttbýli og strjálbýli) - 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) stækkun

„Tafla 7 – Landshlutar (þéttbýli og strjálbýli) - 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) stækkun“ sýnir fjölda nýrra sendastöðva sem þarf við stækkun kerfis í bæði þéttbýli og strjálbýli.



Mynd 8 – 3G og 3GL kerfi stækkun



Uppfæra núverandi 3G kerfi

Fjöldi uppfærðra 3G senda er álitinn nægjanlegur fyrir 4G þjónustu í þéttbýli, það er ekki er þörf á að fjölga 3G sendum umfram það sem áður hefur komið fram til að ná 10Mb/s og 30Mb/s. Allir uppsettir 3G sendar verði uppfærðir í 4G senda en annars staðar verði nýir 4G sendar sem dekki byggð og óbyggð svæði utan jökla.

Með uppfærslu sendis er átt við að breyta honum úr 3G sendi í 4G sendi. Það fellst í raun að nýta aðstöðu sem hefur verið útbúin, stoðkerfi, strengi og búnað að hluta, auk hönnunar. Það lækkar kostnað talsvert. Áður er búið að áætla fjölda senda bæði í þéttbýli og strjálbýli. Hér verður því miðað við þann fjölda og kostnaður reiknaður sem hlutfall af þeim kostnaði sem fellur til vegna þess.

Styrkja baknet vegna 4G

Í þessum kafla er lagt mat á það hvort styrkja þurfi baknet 4G sendastöðva vegna aukins gagnamagns frá þessum stöðvum og fjölda notenda á hvern sendi, eftir að kerfið hefur verið tekið í notkun.

Hver sektor í 4G sendi er að lágmarki jafnstór tengihraða notenda það er 2-30Mb/s.

Hér er miðað er við að það sé óhætt að „yfirbóka“ inn á kerfið þannig að burðargetu hvers sektors er seld 40 sinnum að jafnaði. Þannig að ef einn sektor er með notendahraða 30Mb/s og á þeim sektor eru allt að 100 áskrifendur þá þarf flutningsgeta viðkomandi sektors að vera 75Mb/s ($100 \cdot 30 / 40 = 75$). Ef á sellu eru 4 sektorar þá er það samtals 300Mb/s. En að auki er það metið óhætt að yfirbóka baknetstengingu að sendi allt að 80 sinnum. Þá fæst með sama hætti að baknetstenging sendis þarf að vera að minnsta kosti 150Mb/s.

Þetta miðast við jafna álagsdreifingu fyrir fjölbreyttan notendahóp eins og búast má við í þéttbýli. Í strjálbýli eru að jafnaði færri notendur á hvern sektor en á móti kemur að notkunarmynstur verður einsleitara sem veldur algastoppum innan sólarhringsins sem kerfið þarf að anna. Þannig þarf því yfirleitt álíka stórar baknetstengingu á strjálbýlli svæðum, nema þeim allra strjálbyggðustu þar sem eru bæði færri notendur og færri sektorar á hverjum sendi.

Nýverið hafa komið fram örbylgjukerfi sérhönnuð fyrir háhraða farnetskerfi með mjög mikla flutningsgetu. Til dæmis eru til 10Gb/s fjöltengi (e. multipoint) kerfi, til að tengja nokkra staði við hnúttstöð sem ætlað er fyrir þessar þarfir og eiga að koma í stað ljósleiðaratenginga. Þannig kerfi dugar vel fyrir baknetstengingar nokkurra senda ef hnúttstöðin er ljósleiðaratengd. Slíkt kerfi er ódýrara í uppsetningu og fljótlegra að setja upp en nýja ljósleiðaratengingu. Á móti kemur að endingartími er mun styttri en ljósleiðara, eða um fjórðungur af endingartíma ljósleiðarastrengs. Rekstur örbylgjukerfis er umfangsmeiri en ljósleiðarakerfis til dæmis þar sem loftnet skemmast eða skekkjast í vondum veðrum. En á móti kemur sparnaður í leigusamsamböndum. Þannig að fyrir einn aðila sem hyggst setja upp 4G kerfi og reka í 10 ár er yfirleitt hagkvæmara að setja upp örbylgjukerfi frekar en að leggja nýjan ljósleiðara.

Til lengri tíma litið þá er það metið svo að ljósleiðaratenging sé nauðsynleg á flesta staði, sem stofnnet, til að flytja heildarumferðina en örbylgjutenging dugi fyrir einstaka jaðarsenda. Ef horft er til lengri tíma en 10 ára, til dæmis til 30 ára, þá er ljósleiðaratenging hagkvæmari auk þess sem rekstraröryggi er meira og hægt er að nýta ljósleiðarakerfið fyrir aðra fjarskiptapjónustu.

Til að meta umfang þess að stækka ljósleiðaranetið þá var talinn saman fjöldi sendastöðva sem eru þegar tengdar með ljósleiðara, fjöldi sendastöðva sem ekki eru tengdar með ljósleiðara og heildarlengd ljósleiðara að núverandi ótengdum sendastöðvum. Einnig er áætluð lengd ljósleiðara fyrir nýjar sendastöðvar. Síðan er lagt mat á það hvort þörf sé á að ljósleiðaratengja stöðvar sem eru á fámennustu stöðunum. Miðað er við að allar sendastöðvar á þéttbýlisstöðum séu ljósleiðaratengdar sem er þó ekki alveg rétt en lætur nærri.

Landshlutar - 4G Strjálbýli - Ljósleiðari	Heildar-fjöldi sendastöðva	Senda-stöðvar sem eru ljósleiðara-tengdar	Senda-stöðvar, sem <u>ekki</u> eru ljósleiðara-tengdar	Nýjar sendastöðva	Ljósleiðari að núverandi sendastöðvum sem <u>ekki</u> eru ljósleiðara-tengdar (km)	Ljósleiðari fyrir nýjar sendastöðvar (km)
Austurland	57	17	22	18	141	156
Höfuðborgarsvæði	9	2	5	2	33	17
Norðausturland	51	20	16	14	136	130
Norðvesturland	58	11	17	30	203	259
Suðurland	41	10	21	10	131	86
Vesturland	54	12	26	16	206	138
Vestfirðir	45	8	19	18	239	156
Samtals:	315	80	126	108	1.089	942

Tafla 8 - Baknet vegna 4G

Mat á kostnaði

Forsendur

Við mat á kostnaði er stuðst við eftirfarandi megin forsendur auk umfangsmatsins. Kostnaðaráætlun miðast við að finna heildarverð með +/- 20% nákvæmni.

Það er byggt kerfi eða bætt við núverandi kerfi og til fellur bæði til stofn- og rekstrarkostnaður. Sá kostnaður er lagður saman þannig að út fæst heildarkostnaður miðað við 10 ára rekstur.

Gert er ráð fyrir því að á tímabilinu 2014 til 2022, sem áætlunin miðast við, verði tækniþróun þannig að hægt verði að uppfæra þau kerfi sem byggð verða, þannig að þau afkasti seinna meira án þess að bæta þurfi við sendastöðum, það er sendar í stækkuðu 2Mb/s og 10Mb/s 3G kerfi og sendar í 10Mb/s og 30Mb/s 4G kerfi eru jafn margir. Til fellur framtíðar uppfærslukostnaður þegar uppfært verður.

Við útreikninga á kostnaði, eftir því hversu hátt hlutfall íbúa nær þjónustunni, þá er fyrst reiknað hvað þarf til að allir nái þjónustunni. Síðan er byrjað að taka út dýrustu staðina sem eru staðir með fæsta íbúa og bæði nýrri aðstöðu og sendi. Síðan er sendum og aðstöðu fækkað koll af kolli þar til komið er niður í 93,5%. Við matið er meðal annars stuðst við mynd í „Fylgiskjal 2: Teikning af sendum (sellum) í strjálbýli og íbúafjöldi í hverri sellu“.

Kostnaður vegna annars vegar minna kerfis og hins vegar stærra kerfis tekur aðallega mið af fjarlægðum annars vegar og hins vegar þéttleika senda í strjálbýli. Gert er ráð fyrir því að í þéttbýli sé sami fjöldi senda í minna og stærra kerfi. Til dæmis er sendum ekki fækkað eða baknet minnkað til að auka yfirbókun eins og væri hægt að gera í bæjum þar sem eru margir sendar. Í strjálbýli er sendum fækkað með því að stækka þjónustuvæði hvers sendis.

Kostnaður notenda er ekki tekin með, hvorki áskriftagjöld né kostnaður vegna búnaðar hjá notendum.

Kostnaður er áætlaður eftir landshlutum annars vegar og þéttleika þjónustuvæðis hins vegar, það er til hvers stórs hluta íbúa þjónustan nær.

Allar upphæðir eru án virðisaukaskatts og miðast við verðlag um mitt ár 2012.

Stofnkostnaður

Eftirfarandi eru megin forsendur við útreikninga á upphafskostnaði:

- 10 ára endingartími kerfis, það er kerfið er fjármagnað og afskrifað að fullu línulega á 10 árum. Það er miðað við 10 ára áætlun er allur stofnkostnaður talin með ásamt fjármögnunarkostnaði. Endingartími kerfis getur verið meiri og endingartími aðstöðu er lengri.

- Kostnaður vegna kerfis byggist á sendakostnaði þar sem verð sendis innifelur kostnað vegna miðkerfis, öll leyfisgjöld og þess háttar. Því er ekki sérstakur kostnaður færður vegna miðkerfis.
- Miðað er kostnaðarlega við þrjár gerðir senda, lítill, miðlungs og stór. Lítill er notaður í þéttbýli, miðlungs í minni sellum og stór í stærri sellum í strjálbýli.
- Kostnaður við að uppfæra 3G í 4G miðast við að nýta aðstöðu og búnað áfram eins og hægt er og að framleiðendur kerfa verðleggi uppfærslugjald hóflega.
- Kostnaður miðast við það að kerfið verði eins ódýrt og kostur er, allur kostnaður vegna rekstraröryggis og þjónustustigs er lágmarkaður eins og kostur er, sem tíðkast almennt.

Fjármagnskostnaður eða WACC er hér sett 9% sem er aðeins hærra en hefur undanfarið verið miðað við hjá Póst- og fjarskiptastofnun (8,6%). Það er meðal annars til að mæta óvissu í fyrirkomulagi og útfærslu kerfa sem hefur áhrif á rekstraráætlanir sem gerðar yrðu vegna fjármögnunar og áhættu sem er í framkvæmdinni enn sem komið er, sérstaklega 4G sem er ný tækni.

Rekstrarkostnaður

Kostnaður er metin útfrá tveimur megin leiðum. Erlendar reynslutölur fyrir farsímakerfi sýna að rekstur í 10 ár kosti á bilinu 1,5 til 2,5 sinnum stofnkostnaður. Sem viðmiðunarregla, þá er iðulega miðað við að rekstrarkostnaður í 10 ár jafngildi um tvöföldum stofnkostnaði. Að auki er hér til samanburðar áætlaður rekstrarkostnaður hvers sendis. Niðurstaðan er að stuðullinn sem hér er miðað við er að jafnaði nær 1,5.

Rekstrarkostnaður innifelur meðal annars:

- aðstöðu fyrir senda og miðkerfi,
- sambönd milli miðkerfis og senda,
- viðhald og viðgerðir á kerfinu,
- þjónustuver og þjónusta við viðskiptavinum,
- utanumhald, reikningagerð og yfirstjórn.

Rekstarkostnaður er án alls markaðskostnaðar það er kostnaðar við að ná viðskiptavinum og halda þeim.

Framtíðarkostnaður er núvirtur miðað við afvöxtunarstuðul til núvirðingar upp á 5%. Það er í hærra lagi miðað við erlend viðmið til að mæta núverandi verðbólgu og gengisáhættu. Við mat á arðsemi vegaframkvæmda hefur hér nýverið verið miðað við 6% en í nágrannlöndunum er algengt að miða við 3-5% í tækniverkefnum.

Ljósleiðari

Almennt er ljósleiðartenging nýtt ef hún er til staðar. Ef ljósleiðaratenging er ekki til staðar þá er gert ráð fyrir að leggja nýjan ljósleiðara, sé það hagkvæmt, annars er notast við örbylgju- eða ljósleiðarasambönd hvort heldur sem er hagkvæmara, miðað við 10 ára notkunartíma. Að jafnaði getur verið hagkvæmara að leggja ljósleiðara en að nota örbylgju í strjálbýli ef vegalengd er innan við 5km og leiðin er greiðfær.



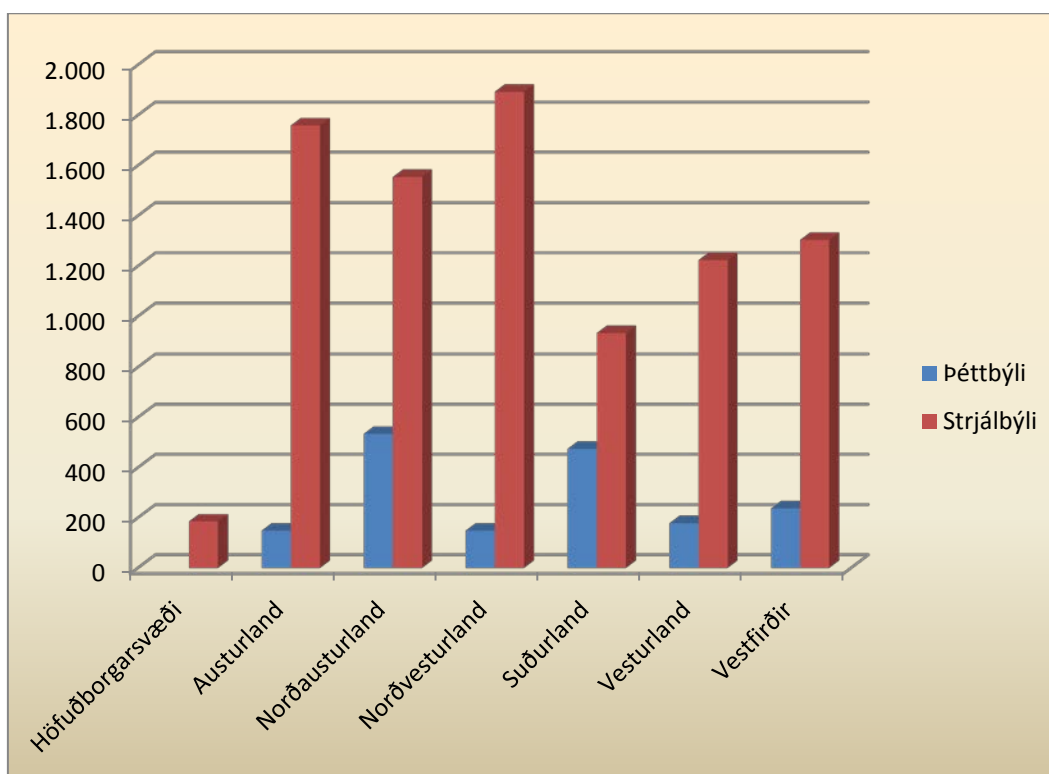
3G

Kostnaði er skipt í annars vegar að stækka 3G kerfið og uppfæra í 10Mb/s og hins vegar uppfæra það í 4G. Að auki er sundurliðaður kostnaður miðað við 3G kerfi og 3GL kerfi.

Stækka 3G kerfi (2Mb/s) – (1a->1b)

Stækkað 3G kerfi	Þéttbýli (Mkr.)	Strjálbýli (Mkr.)	Samtals (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	0	185	185
Austurland	148	1.759	1.907
Norðausturland	534	1.554	2.088
Norðvesturland	148	1.893	2.041
Suðurland	475	936	1.410
Vesturland	178	1.223	1.401
Vestfirðir	237	1.304	1.541
Samtals:	1.720	8.853	10.573

Tafla 9 – Stækkun – 3G (2Mb/s)



Mynd 9 – Kostnaður við að stækka 3G kerfi (2Mb/s)

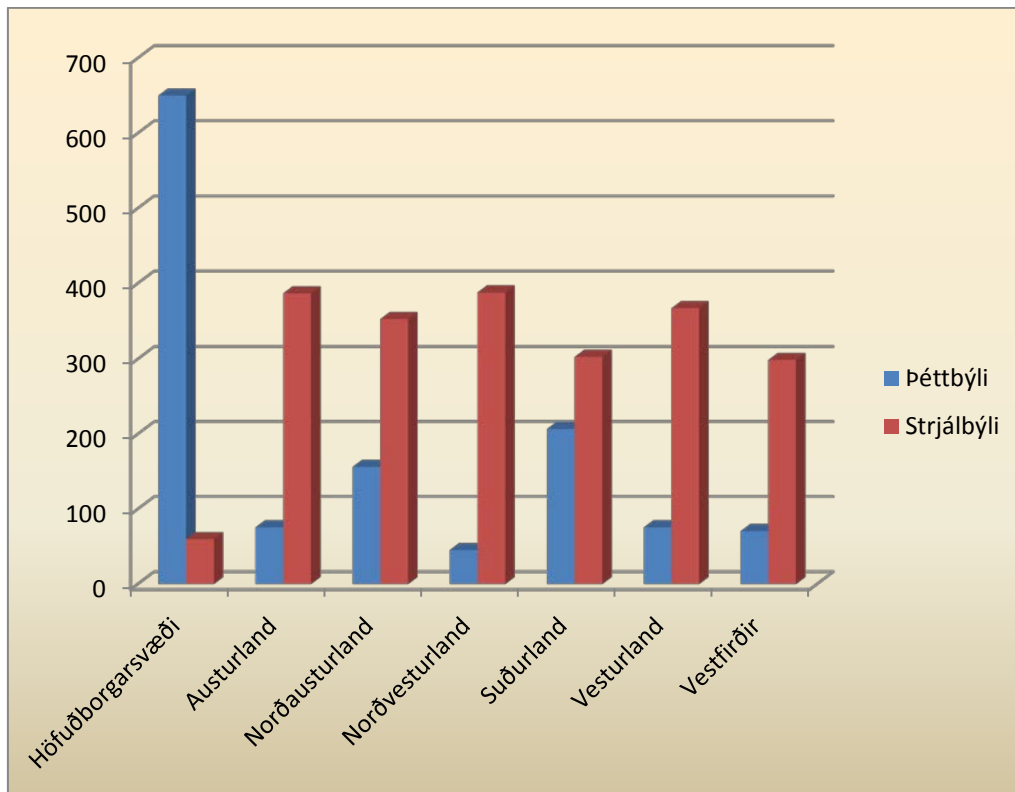
„Tafla 9 – Stækkun – 3G (2Mb/s)“ sýnir kostnað við að stækka núverandi 3G kerfi án 3GL kerfis (stærri kerfið), utan höfuðborgarsvæðisins. Samtals kostnaður við að stækka 3G kerfi í þéttbýli utan höfuðborgarsvæðis er um 1.700Mkr. og í strjálbýli rúmlega 8.800Mkr.

Stækkað 3G kerfi uppfært (2Mb/s í 10Mb/s)-(1b->1c)

Stórt 3G er uppfært þannig að hraði fari úr því að vera 2Mb/s í 10Mb/s.

3G kerfi uppfært	Þéttbýli	Strjálbýli	Samtals (mkr.)
Höfuðborgarsvæði	650	60	710
Austurland	76	387	462
Norðausturland	156	346	502
Norðvesturland	45	388	433
Suðurland	207	303	509
Vesturland	76	367	443
Vestfirðir	71	299	369
Samtals:	1.280	2.149	3.429

Tafla 10 – Kostnaður við að uppfæra úr 3G frá 2Mb/s í 10Mb/s



Mynd 10 – Kostnaður við að uppfæra 3G frá 2Mb/s í 10Mb/s

3G		Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
10Mb/s		93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði		655	662	669	676	683	690	697	710
Austurland		252	270	305	322	340	375	410	462
N-Austurland		310	327	345	362	380	415	485	502
N-Vesturland		188	206	223	258	293	328	381	433
Suðurland		247	264	299	369	404	439	474	509
Vesturland		215	233	250	285	320	355	425	443
Vestfirðir		142	159	194	212	247	282	334	369
Kostnaður einstök stækkun:		1.354	1.459	1.617	1.809	1.984	2.194	2.509	3.429
Kostnaður milli stækkana:		1.354	105	158	193	175	210	315	920

Tafla 11 – Stækkað 3G uppfært í 10Mb/s – Aukinn kostnaður með fjölgun senda í strjálbýli

3G		Fjöldi íbúa með samband - Fjölgun senda						
10Mb/s	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	201.563	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	28.700	28.722	28.765	28.789	28.821	28.858	28.894	28.900
N-Vesturland	7.217	7.244	7.267	7.289	7.311	7.339	7.361	7.372
Suðurland	44.665	44.721	44.771	44.821	44.873	44.922	44.968	44.985
Vesturland	15.158	15.192	15.215	15.247	15.263	15.291	15.317	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	305.235	307.453	309.655	311.844	314.028	316.230	317.401	319.486
Íbúar án samb.:	14.251	12.033	9.831	7.642	5.458	3.256	2.085	0

Tafla 12 – Stækkað 3G uppfært í 10Mb/s – Fjöldi íbúa með og án sambands með fjölgun senda

3G	Kostnaður á notenda án sambands (Mkr.) - Fjölgun senda							
10Mb/s	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Austurland	0,021	0,022	0,025	0,026	0,028	0,030	0,033	0,037
N-Austurland	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,017	0,017
N-Vesturland	0,026	0,028	0,031	0,035	0,040	0,045	0,052	0,059
Suðurland	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011
Vesturland	0,014	0,015	0,016	0,019	0,021	0,023	0,028	0,029
Vestfirðir	0,021	0,023	0,028	0,031	0,036	0,041	0,048	0,053

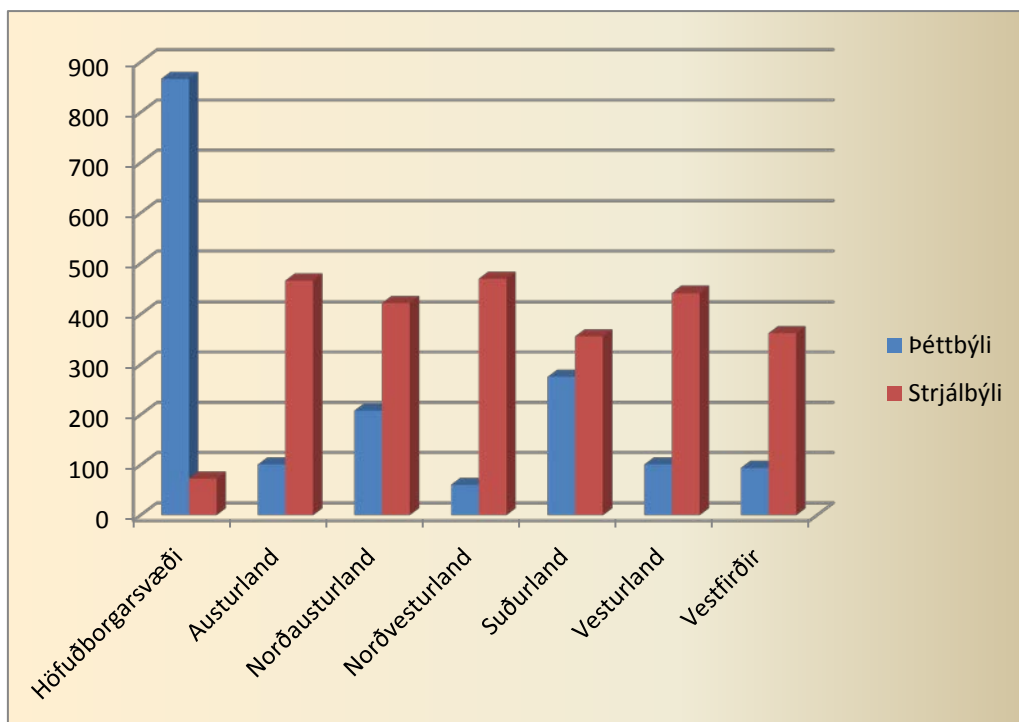
Tafla 13 – Stækkað 3G uppfært í 10Mb/s – Kostnaður í milljónum króna á hvern íbúa við fjölgun senda

Stækkað 3G kerfi uppfært í 4G kerfi (10Mb/s)-(1c->4a-s)

3G kerfi í 4G kerfi	Þéttbýli (Mkr.)	Strjálbýli (Mkr.)	Samtals (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	867	72	939
Austurland	101	466	567
Norðausturland	208	422	631
Norðvesturland	60	469	530
Suðurland	275	356	632
Vesturland	101	442	543
Vestfirðir	94	362	456
Samtals:	1.706	2.591	4.297

Tafla 14 – Kostnaður við að uppfæra úr 3G í 4G kerfi

„Tafla 14 – Kostnaður við að uppfæra úr 3G í 4G kerfi“ sýnir kostnað við að uppfæra stækkað 3G kerfi í 4G kerfi. Samtals kostnaður við að uppfæra kerfi í þéttbýli er rúmlega 2.500Mkr. og í strjálbýli rúmlega 1.700Mkr.



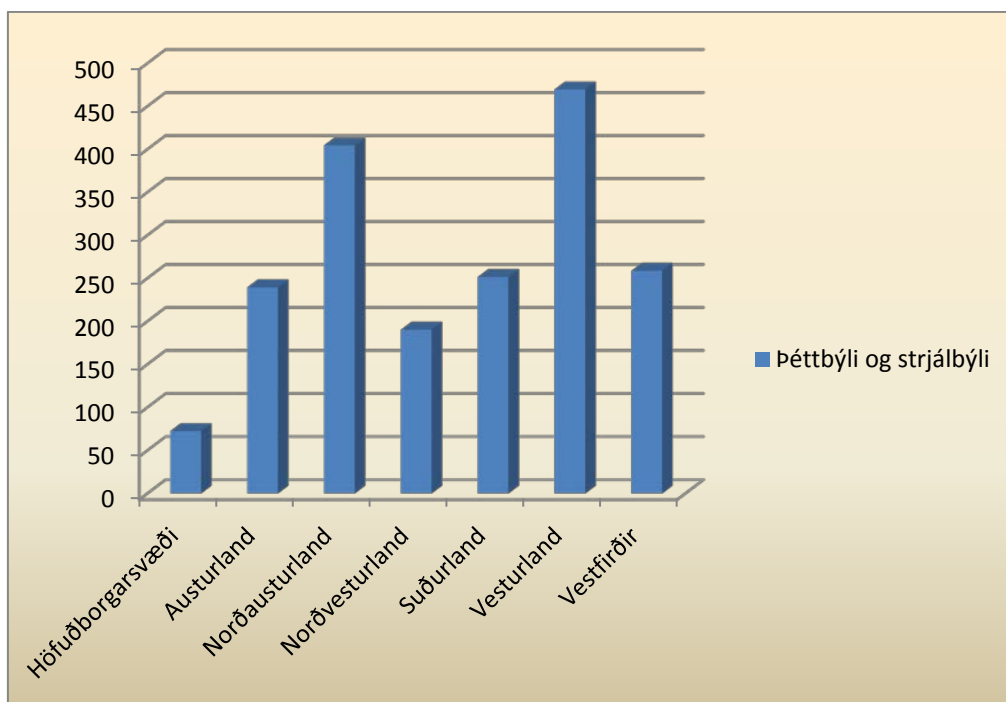
Mynd 11 - Kostnaður við að uppfæra úr 3G í 4G kerfi



3G + 3GL stækkað kerfi (2Mb/s)-(2a->2b)

Stækkað 3G + 3GL kerfi (2Mb/s)	Samtals þéttbýli og strjálbýli (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	73
Austurland	239
Norðausturland	405
Norðvesturland	190
Suðurland	252
Vesturland	470
Vestfirðir	259
Samtals:	1.887

Tafla 15 – Stækkun 3G með 3GL (2Mb/s)



Mynd 12 – Kostnaður við að stækka 3G kerfi með 3GL (2Mb/s)

„Tafla 15 – Stækkun 3G með 3GL (2Mb/s)“ sýnir kostnað við að stækka núverandi 3G kerfi þegar 3GL langdrægt er talið með utan höfuðborgarsvæðisins. Kostnaður við stækkun 3G kerfis (2Mb/s) lækkar um rúmlega 7.800 Mkr. þegar 3GL langdrægum sendum er bætt við.

3G og 3GL (2Mb/s)	Kostnaður (mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	0	0	0	0	0	0	0	73
Austurland	0	0	0	0	0	34	103	239
Norðausturland	0	0	0	0	0	74	182	405
Norðvesturland	0	0	0	0	0	0	114	190
Suðurland	0	0	0	0	0	0	0	252
Vesturland	0	0	0	36	72	145	289	470
Vestfirðir	0	0	0	0	0	74	148	259
Kostnaður einstök stækkun:	0	0	0	36	72	326	836	1.887
Kostnaður milli stækkana:	0	0	0	36	36	254	510	1.051

Tafla 16 – 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun senda þéttbýli og strjálbýli

Rauðar tölur tákna kostnað vegna fjölgunar senda til að viðkomandi hlutfall íbúa hafi aðgang að þjónustu. Talan „0“ táknar að þjónusta er þegar til staðar og þarf því ekki að fjölga sendum.

3G og 3GL (2Mb/s)	Fjöldi íbúa með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	203.494	203.494	203.494	203.494	203.494	203.494	203.494	203.594
Austurland	12.111	12.111	12.111	12.111	12.111	12.182	12.299	12.356
Norðausturland	28.104	28.104	28.104	28.104	28.104	28.449	28.793	28.900
Norðvesturland	7.293	7.293	7.293	7.293	7.293	7.293	7.343	7.372
Suðurland	44.805	44.805	44.805	44.805	44.805	44.805	44.805	44.985
Vesturland	14.381	14.381	14.381	14.760	14.907	15.041	15.246	15.324
Vestfirðir	6.612	6.612	6.612	6.612	6.612	6.870	6.935	6.955
Íbúar m/ samb.:	316.800	316.800	316.800	317.179	317.326	318.134	318.915	319.486
Íbúar án samb.:	2.686	2.686	2.686	2.307	2.160	1.352	571	0

Tafla 17 – 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) – Fjöldi íbúa með og án sambands með fjölgun senda

Tölur eru rauðar þegar viðkomandi hlutfall íbúa er þegar komið með samband og sýna þann fjölda sem er með samband.

3G og 3GL (2Mb/s)	Kostnaður á íbúa án sambands (Mkr.) milli stækkana - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	0	0	0	0	0	0	0	0,73
Austurland	0	0	0	0	0	0,48	0,58	2,40
Norðausturland	0	0	0	0	0	0,21	0,32	2,08
Norðvesturland	0	0	0	0	0	0	2,28	2,62
Suðurland	0	0	0	0	0	0	0	1,40
Vesturland	0	0	0	0,10	0,25	0,54	0,71	2,32
Vestfirðir	0	0	0	0	0	0,29	1,14	5,55

Tafla 18 – 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) – Kostnaður í milljónum króna á hvern íbúa án sambands milli stækkana

Töflur hér að ofan sýna ýmsar stærðir þegar notendum er hlutfallslega fjölgað í landshlutum með stækkuðu 3G kerfi og 3GL.



„Tafla 18 – 3G og 3GL kerfi (2Mb/s) – Kostnaður í milljónum króna á hvern íbúa án sambands milli stækkana“ sýnir kostnað á hvern íbúa, sem er án sambands, við hverja stækkun. Til dæmis er kostnaður hvers íbúa á Norðvesturlandi sem er án sambands, 2,28 Mkr., við að stækka kerfið frá 98,5% útbreiðslu upp í 99,5% útbreiðslu. Mismunandi kostnaður á hverju landsvæði skýrist af mismunandi fjölda sendistöðva sem á bak við hverja stækkun á hverju landsvæði.

3G + 3GL uppfært kerfi (10Mb/s)-(2b->2c)

3G og 3GL 10Mb/s	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	681	688	695	703	710	717	725	738
Austurland	207	216	235	244	253	271	290	317
N-Austurland	280	292	303	315	326	349	395	418
N-Vesturland	164	172	180	196	212	228	253	285
Suðurland	140	157	189	254	287	320	352	401
Vesturland	175	184	193	212	230	249	286	305
Vestfirðir	132	142	161	170	189	208	236	255
Kostnaður einstök stækkun:	1.779	1.850	1.956	2.093	2.207	2.342	2.536	2.719
Kostnaður milli stækkana:	1.779	71	106	137	114	135	194	183

Tafla 19 – 3G og 3GL kerfi (10Mb/s) – Aukinn kostnaður með uppfærslu senda þéttbýli og strjálbýli

3G og 3GL 10Mb/s	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	27.248	27.280	27.300	27.318	27.336	27.352	27.364	28.900
N-Vesturland	6.577	6.609	6.629	6.647	6.665	6.681	6.693	7.372
Suðurland	44.652	44.708	44.758	44.808	44.860	44.909	44.955	44.985
Vesturland	15.151	15.185	15.208	15.240	15.256	15.284	15.310	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	303.123	305.356	307.532	309.711	311.877	314.046	316.196	319.486
Íbúar án samb.:	16.363	14.130	11.954	9.775	7.609	5.440	3.290	0

Tafla 20 – 3G og 3GL kerfi (10Mb/s) – Fjöldi íbúa með og án sambands með fjölgun senda

3G og 3GL 10Mb/s	Kostnaður á notenda (þkr.) hver stækkun - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,63
Austurland	16,94	17,64	19,10	19,82	20,53	21,99	23,45	25,65
N-Austurland	10,28	10,69	11,10	11,51	11,93	12,76	14,43	14,46
N-Vesturland	24,88	25,99	27,13	29,49	31,85	34,19	37,76	38,68
Suðurland	3,14	3,50	4,23	5,68	6,40	7,12	7,83	8,92
Vesturland	11,52	12,11	12,70	13,89	15,09	16,28	18,68	19,87
Vestfirðir	19,17	20,50	23,22	24,56	27,25	29,94	34,00	36,70

Tafla 21 – 3G og 3GL kerfi (10Mb/s) – Kostnaður í þúsundum króna á íbúa milli stækkana

3G-3GL kerfi uppfært í minna 4G kerfi (10Mb/s) (2c->4a-m)

Minna 4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	845	854	863	872	881	890	900	916
Austurland	252	263	285	296	307	330	352	385
N-Austurland	347	361	375	389	403	431	486	514
N-Vesturland	199	209	218	238	258	277	307	346
Suðurland	171	191	231	310	350	390	430	489
Vesturland	212	223	235	257	280	302	348	370
Vestfirðir	161	173	196	208	231	254	288	311
Kostnaður einstök stækkun:	2.188	2.274	2.403	2.571	2.710	2.874	3.110	3.333
Kostnaður milli stækkana:	2.188	87	129	167	139	164	236	223

Tafla 22 – Minna 3G – 3GL kerfi (2Mb/s) uppfært í minna 4G (10Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun senda

Minna 4G kerfi - 10Mb/s	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	27.248	27.280	27.300	27.318	27.336	27.352	27.364	28.900
N-Vesturland	6.577	6.609	6.629	6.647	6.665	6.681	6.693	7.372
Suðurland	39.957	44.652	44.758	44.808	44.860	44.909	44.955	44.985
Vesturland	15.151	15.185	15.208	15.240	15.256	15.284	15.310	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m. samb.:	298.428	305.300	307.532	309.711	311.877	314.046	316.196	319.486
Íbúar án samb.:	21.058	14.186	11.954	9.775	7.609	5.440	3.290	0

Tafla 23 – Minna 3G – 3GL kerfi (2Mb/s) uppfært í minna 4G (10Mb/s) – Fjöldi íbúa með og án sambands með fjölgun senda

Minna 4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður á notanda (þkr.) hver stækkun - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,44	4,50
Austurland	20,58	21,43	23,21	24,08	24,94	26,71	28,49	31,17
N-Austurland	12,75	13,25	13,75	14,24	14,74	15,75	17,78	17,79
N-Vesturland	30,21	31,55	32,94	35,81	38,67	41,52	45,85	46,97
Suðurland	3,83	4,27	5,15	6,92	7,80	8,68	9,55	10,87
Vesturland	14,00	14,71	15,43	16,88	18,34	19,78	22,70	24,15
Vestfirðir	23,39	25,02	28,33	29,96	33,25	36,54	41,48	44,78

Tafla 24 – Minna 3G – 3GL kerfi (2Mb/s) uppfært í 4G (10Mb/s) – Kostnaður í þúsundum króna á hvern íbúa við fjölgun senda

Töflur hér að ofan sýnir kostnað við að uppfæra minna 3G – 3GL kerfi (2Mb/s) í minna 4G kerfi (10Mb/s) bæði í þéttbýli og strjálbýli.



4G

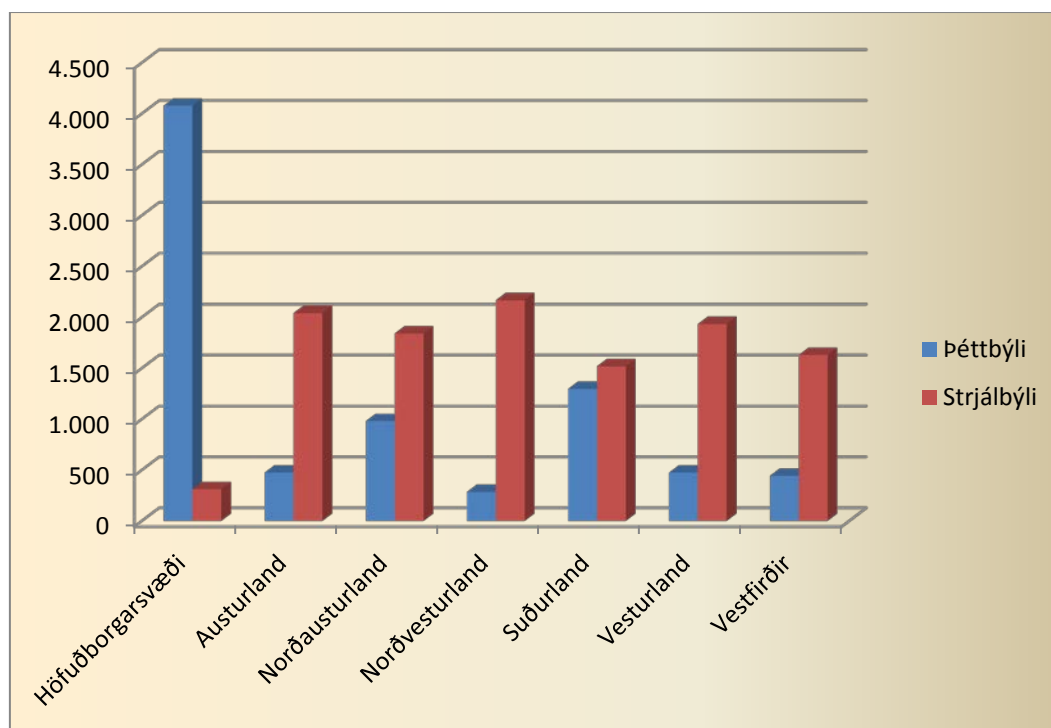
Gert er ráð fyrir því að 4G kerfið verði strax í upphafi með hraða 10Mb/s eða meira. Hækkun á hraða í 30Mb/s gerist með uppfærslu sem á sér stað eigi síðar en árið 2022. Ef kerfið er byggt á árunum 2014 til 2016 þá eru 6-8 ár búin af 10 ára áætluðum líftíma árið 2022. Búast má við að uppfærslan í 30Mb/s framlengi líftíma kerfisins um einhver ár. Til einföldunar er hér miðað við að kostnaður vegna uppfærslu sé tiltekið hlutfall af stofnkostnaði sendis eða 37%-40%.

4G - 10Mb/s (3) – Nýtt kerfi - Nýir rekstraraðilar

Með „nýr rekstraraðili“ er átt við að það sé ekki verið uppfæra núverandi 3G kerfi í 4G heldur byggir einhver nýtt 4G.

Nýtt 4G kerfi (10Mb/s)	Þéttbýli (Mkr.)	Strjálbýli (Mkr.)	Samtals (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	4.078	312	4.389
Austurland	474	2.041	2.516
Norðausturland	980	1.841	2.820
Norðvesturland	284	2.167	2.451
Suðurland	1.296	1.518	2.814
Vesturland	474	1.934	2.408
Vestfirðir	443	1.629	2.072
Samtals:	8.029	11.442	19.471

Tafla 25 – Kostnaður við að byggja nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – nýir rekstraraðilar



Mynd 13 – Kostnaður við að byggja nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – nýir rekstraraðilar

Kostnaður við nýtt 4G kerfi (10Mb/s) í þéttbýli samkvæmt töflu er rúmlega 8.000Mkr. og í strjálbýli um 11.500Mkr.

4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	4.048	4.091	4.135	4.178	4.221	4.265	4.308	4.389
Austurland	2.017	2.059	2.142	2.183	2.225	2.308	2.391	2.516
N-Austurland	2.322	2.364	2.405	2.447	2.488	2.571	2.737	2.820
N-Vesturland	1.829	1.870	1.912	1.995	2.078	2.161	2.285	2.451
Suðurland	2.181	2.253	2.367	2.441	2.555	2.607	2.690	2.814
Vesturland	1.827	1.868	1.910	1.993	2.076	2.159	2.325	2.408
Vestfirðir	1.532	1.573	1.657	1.698	1.781	1.864	1.989	2.072
Kostnaður einstök stækkun:	15.756	16.079	16.527	16.934	17.424	17.934	18.725	19.471
Kostnaður milli stækkana:	15.756	323	448	407	489	511	791	746

Tafla 26 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun íbúa og senda

4G kerfi - 10Mb/s	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	27.248	27.280	27.300	27.318	27.336	27.352	27.364	28.900
N-Vesturland	6.577	6.609	6.629	6.647	6.665	6.681	6.693	7.372
Suðurland	39.957	44.652	44.758	44.808	44.860	44.909	44.955	44.985
Vesturland	15.151	15.185	15.208	15.240	15.256	15.284	15.310	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	298.428	305.300	307.532	309.711	311.877	314.046	316.196	319.486
Íbúar án samb.:	21.058	14.186	11.954	9.775	7.609	5.440	3.290	0

Tafla 27 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Fjöldi íbúa með samband með fjölgun senda

4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður á notanda (Mkr.) - Hver stækkun - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Austurland	0,19	0,19	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,20
N-Austurland	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10
N-Vesturland	0,25	0,25	0,33	0,35	0,37	0,38	0,40	0,33
Suðurland	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Vesturland	0,14	0,14	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,16
Vestfirðir	0,24	0,25	0,27	0,24	0,26	0,35	0,38	0,30

Tafla 28 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Kostnaður í milljónum króna á hvern íbúa við fjölgun senda

Töflur hér að ofan sýna ýmsar stærðir þegar notendum er hlutfallslega fjölgað. Sjá má að mismunur kostnaðar vegna 4G kerfis við að 93,5% íbúa séu tengdir eða 100% íbúa hafi kost á tengingu er rúmlega 15.7 milljarðar króna. Einnig má sjá að við 93,5% eru rúmlega 21.000 íbúa sambandslausir.

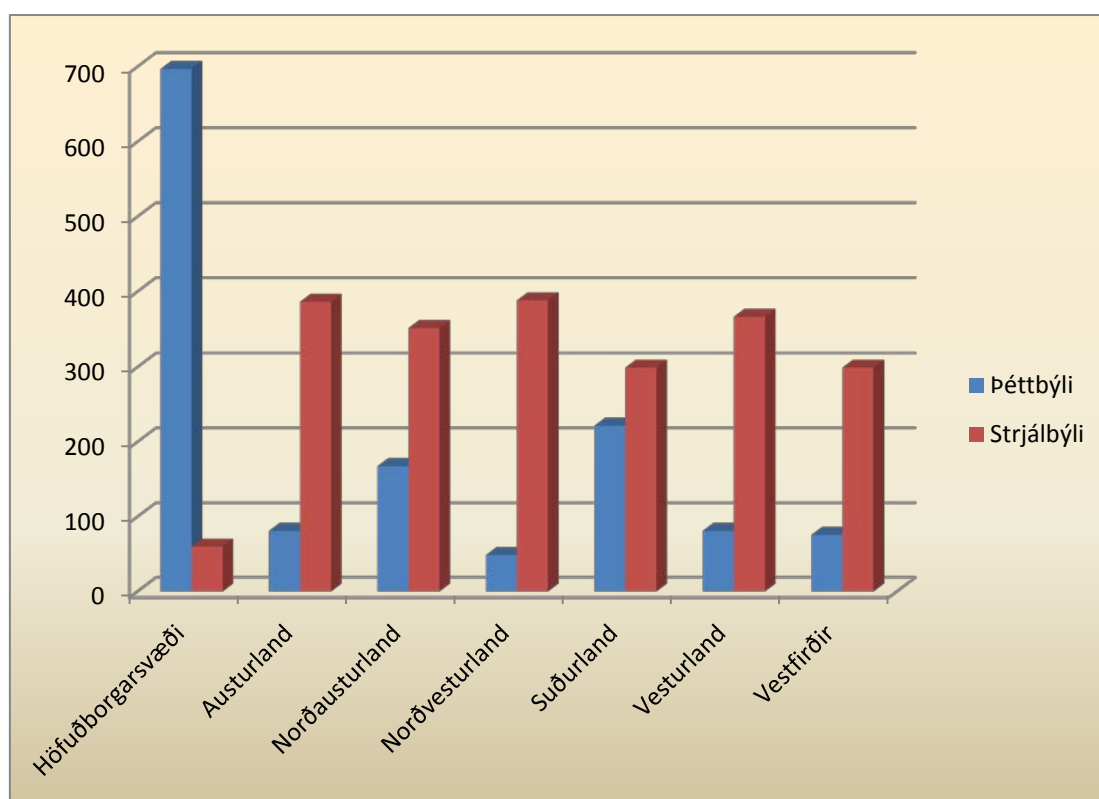


4G - 10Mb/s – (3) – Nýtt kerfi - Núverandi rekstraraðilar

Með „núverandi rekstraraðila“ er átt við aðila sem þegar er að reka 3G sem byggja má nýtt kerfi á.

Nýtt 4G kerfi	Þéttbýli	Strjálbýli	Samtals (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	1.884	158	2.041
Austurland	219	1.013	1.232
Norðausturland	453	918	1.371
Norðvesturland	131	1.020	1.152
Suðurland	599	774	1.373
Vesturland	219	961	1.180
Vestfirðir	204	788	992
Samtals:	3.709	5.632	9.341

Tafla 29 – Kostnaður við nýtt 4G kerfi fyrir núverandi rekstraraðila



Mynd 14 – Kostnaður við að byggja nýtt 4G kerfi (10Mb/s) fyrir núverandi rekstraraðila

4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	1.883	1.903	1.923	1.943	1.963	1.983	2.004	2.041
Austurland	734	775	858	900	942	1.025	1.108	1.232
N-Austurland	873	914	956	997	1.039	1.122	1.288	1.371
N-Vesturland	529	570	612	695	778	861	986	1.152
Suðurland	740	812	926	999	1.113	1.166	1.249	1.373
Vesturland	598	640	681	764	848	931	1.097	1.180
Vestfirðir	452	494	577	618	701	784	909	992
Kostnaður einstök stækkun:	5.809	6.109	6.534	6.918	7.384	7.872	8.639	9.341
Kostnaður milli stækkana:	5.809	300	425	384	466	488	768	702

Tafla 30 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun íbúa og senda

4G kerfi - 10Mb/s	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	27.248	27.280	27.300	27.318	27.336	27.352	27.364	28.900
N-Vesturland	6.577	6.609	6.629	6.647	6.665	6.681	6.693	7.372
Suðurland	39.957	44.652	44.758	44.808	44.860	44.909	44.955	44.985
Vesturland	15.151	15.185	15.208	15.240	15.256	15.284	15.310	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	298.428	305.300	307.532	309.711	311.877	314.046	316.196	319.486
Íbúar án samb.:	21.058	14.186	11.954	9.775	7.609	5.440	3.290	0

Tafla 31 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Fjöldi íbúa með samband með fjölgun senda

4G kerfi - 10Mb/s	Kostnaður á notanda (Mkr.) - Hver stækkun - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Austurland	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
N-Austurland	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
N-Vesturland	0,08	0,09	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16
Suðurland	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Vesturland	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
Vestfirðir	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14

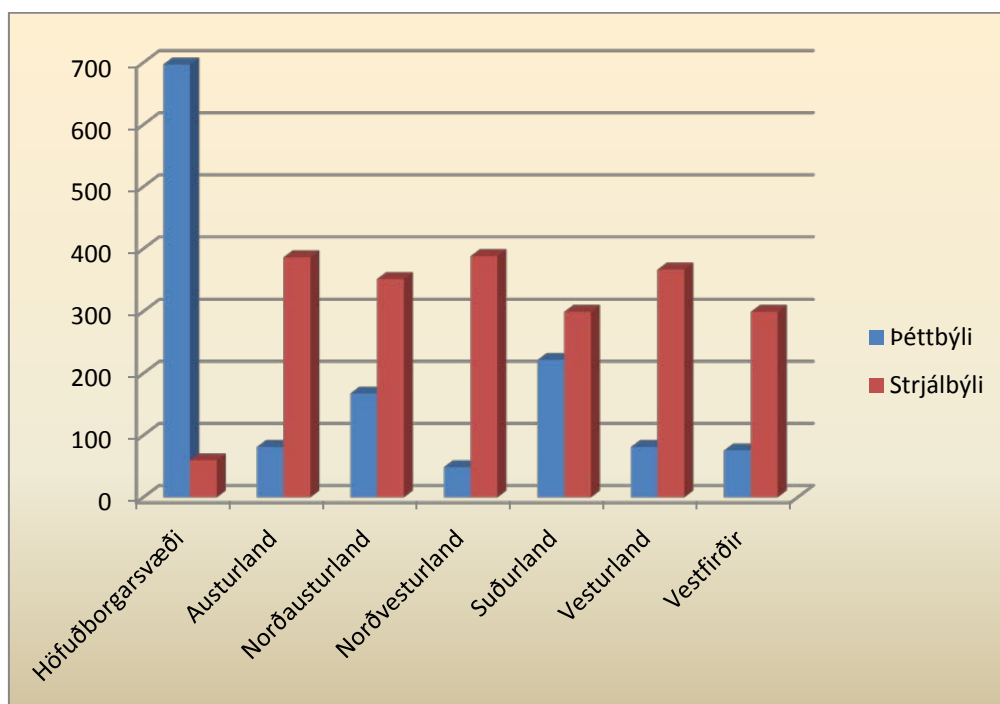
Tafla 32 – Nýtt 4G kerfi (10Mb/s) – Kostnaður í milljónum króna á hvern íbúa við fjölgun senda



4G – Uppfært í 30Mb/s-(3->4b-s)

Uppfært 4G kerfi 10Mb/s í 30Mb/s	Þéttbýli	Strjálbýli	Samtals (Mkr.)
Höfuðborgarsvæði	697	60	757
Austurland	81	386	467
Norðausturland	168	351	519
Norðvesturland	49	388	437
Suðurland	222	299	521
Vesturland	81	366	447
Vestfirðir	76	299	375
Samtals:	1.372	2.151	3.523

Tafla 33 – Kostnaður við að uppfæra 4G kerfi frá 10Mb/s í 30Mb/s



Mynd 15 – Kostnaður við að uppfæra 4G kerfi frá 10Mb/s í 30Mb/s

4G	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
30Mb/s	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,8%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	698	706	713	720	728	735	743	757
Austurland	388	394	408	414	421	434	447	467
N-Austurland	446	452	459	466	472	486	512	519
N-Vesturland	344	350	357	370	384	397	417	437
Suðurland	421	428	441	468	481	494	508	521
Vesturland	361	368	374	388	401	414	441	447
Vestfirðir	288	295	308	315	328	342	362	375
Kostnaður einstök stækkun:	2.247	2.287	2.347	2.420	2.487	2.567	2.686	3.523
Kostnaður milli stækkana:	2.247	40	60	73	67	80	120	837

Tafla 34 – Uppfært 4G kerfi (30Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun íbúa og senda

4G	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
30Mb/s	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	28.700	28.722	28.765	28.789	28.821	28.858	28.894	28.900
N-Vesturland	7.217	7.244	7.267	7.289	7.311	7.339	7.361	7.372
Suðurland	44.665	44.721	44.771	44.821	44.873	44.922	44.968	44.985
Vesturland	15.158	15.192	15.215	15.247	15.263	15.291	15.317	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	305.235	307.453	309.655	311.844	314.028	316.230	318.414	319.486
Íbúar án samb.:	14.251	12.033	9.831	7.642	5.458	3.256	1.072	0

Tafla 35 – Uppfært 4G kerfi (30Mb/s) – Fjöldi íbúa með samband með fjölgun senda

4G	Kostnaður á notanda (þkr.) - Hver stækkun - Fjölgun senda							
30Mb/s	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,72
Austurland	31,69	32,15	33,18	33,67	34,16	35,20	36,24	37,83
N-Austurland	15,53	15,75	15,95	16,17	16,39	16,82	17,72	17,95
N-Vesturland	47,62	48,36	49,13	50,80	52,47	54,08	56,63	59,25
Suðurland	9,43	9,56	9,85	10,43	10,72	11,00	11,29	11,58
Vesturland	23,82	24,20	24,60	25,42	26,27	27,09	28,78	29,20
Vestfirðir	41,78	42,68	44,56	45,47	47,34	49,20	52,03	53,91

Tafla 36 – Uppfært 4G kerfi (30Mb/s) – Kostnaður í þúsundum króna á hvern íbúa við fjölgun senda



Minna 4G kerfi (10Mb/s) - Uppfært í minna 4G kerfi (30Mb/s) - (4a-m→4b-m)

Minna 4G kerfi - 30Mb/s	Kostnaður (Mkr.) - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	681	688	695	703	710	717	725	738
Austurland	207	216	235	244	253	271	290	317
N-Austurland	285	296	308	319	331	353	399	422
N-Vesturland	164	172	180	196	212	228	253	285
Suðurland	140	157	189	254	287	320	352	401
Vesturland	175	184	193	212	230	249	286	305
Vestfirðir	132	142	161	170	189	208	236	255
Kostnaður einstök stækkun:	1.784	1.855	1.961	2.098	2.212	2.347	2.540	2.723
Kostnaður milli stækkana:	1.784	71	106	137	114	135	194	183

Tafla 37 – Minna 4G kerfi (30Mb/s) – Aukinn kostnaður með fjölgun íbúa og senda

Minn 4G kerfi - 30Mb/s	Fjöldi notenda með samband - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	190.360	192.396	194.432	196.468	198.504	200.540	202.576	203.594
Austurland	12.231	12.263	12.283	12.301	12.319	12.335	12.347	12.356
N-Austurland	27.248	27.280	27.300	27.318	27.336	27.352	27.364	28.900
N-Vesturland	6.577	6.609	6.629	6.647	6.665	6.681	6.693	7.372
Suðurland	39.957	44.652	44.758	44.808	44.860	44.909	44.955	44.985
Vesturland	15.151	15.185	15.208	15.240	15.256	15.284	15.310	15.324
Vestfirðir	6.904	6.915	6.922	6.929	6.937	6.945	6.951	6.955
Íbúar m/ samb.:	298.428	305.300	307.532	309.711	311.877	314.046	316.196	319.486
Íbúar án samb.:	21.058	14.186	11.954	9.775	7.609	5.440	3.290	0

Tafla 38 – Minna 4G kerfi (30Mb/s) – Fjöldi íbúa með samband með fjölgun senda

Minna 4G kerfi - 30Mb/s	Kostnaður á notanda (þkr.) - Hver stækkun - Fjölgun senda							
	93,5%	94,5%	95,5%	96,5%	97,5%	98,5%	99,5%	100,0%
Höfuðborgarsvæði	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	3,63
Austurland	16,94	17,64	19,10	19,82	20,53	21,99	23,45	25,65
N-Austurland	10,46	10,87	11,27	11,68	12,09	12,92	14,58	14,60
N-Vesturland	24,88	25,99	27,13	29,49	31,85	34,19	37,76	38,68
Suðurland	3,51	3,51	4,23	5,68	6,40	7,12	7,83	8,92
Vesturland	11,52	12,11	12,70	13,89	15,09	16,28	18,68	19,87
Vestfirðir	19,17	20,50	23,22	24,56	27,25	29,94	34,00	36,70

Tafla 39 – Minna 4G kerfi (30Mb/s) – Kostnaður í þúsundum króna á hvern íbúa við fjölgun senda

Töflur hér að ofan sýna kostnað við að uppfæra minna 4G (10Mb/s) í minna 4G kerfi (30Mb/s) bæði í þéttbýli og strjálbýli.

Breyting á tengihraða – Stækkuð kerfi 2Mb/s – 10Mb/s - 30Mb/s

Tölur hér að neðan sýna kostnað vegna 3G og 4G kerfa með mismunandi uppfærslur og tengihraða miðað við markmið um þjónustu og uppbyggingarhraða á byggðum svæðum í þéttbýli og strjálbýli. Tölur hér að neðan miðast við stærra kerfið, þ.e. kerfi sem eru án 3GL.

3G stækkun án 3GL				Hraði í Mb/s	Samtals kostnaður (Mkr.)
Staðir	Íbúa fjöldi	Hlutfall	Uppsafnað	2	
Þéttbýl svæði					
Þéttbýli > 2.000	266.028	83,20%	83,20%	komið	1.038
Þéttbýli 500-1.999 manns	26.497	8,30%	91,50%	komið	30
Þéttbýli 200 til 499 manns	6.288	2,00%	93,50%	komið	178
Byggðakjarnar 50-199 manns	4.369	1,40%	94,90%	komið	475
					1.720
Strjálbýl svæði					
Suðurland	4.905	1,50%	96,40%	2014	854
Höfuðborgarsvæðið	735	0,20%	96,60%	2014	185
Vesturland	2.522	0,80%	97,40%	2014	1.182
Norðvesturland	2.435	0,80%	98,20%	2014	1.770
Norðausturland	3.292	1,00%	99,20%	2014	1.513
Austurland	1.765	0,60%	99,80%	2014	1.635
Vestfirðir	739	0,20%	100,00%	2014	1.221
Alls	319.575	100,00%			8.360
	Samtals Þéttbýli og Strjálbýli:				10.080
Önnur svæði					
Hafsvæði allt að 12 sjómílar					á ekki við
Landsvæði 80% landsins utan jökla					á ekki við

Tafla 40 – 3G kerfi stækkað (án 3GL) – Kostnaður við 2Mb/s tengihraða

Í þéttbýli er víðast þegar komin 2Mb/s 3G þjónusta. Það er þó ekki þannig að allir geti allstaðar náð 2Mb/s með venjulegu handtæki eða á ferð. Kostnaður sem tilgreindur er í „Tafla 40 – 3G kerfi stækkað (án 3GL)– Kostnaður við 2Mb/s tengihraða“ er áætlaður viðbótarkostnaður til að tryggja að allir hafi aðgang að 2Mb/s tengingu með 3G handtæki, kyrrstæðu eða á ferð, og innandyrá. Kostnaður fellst að miklu leiti í fjölga sendum og þetta þau kerfi sem eru til staðar.

Þar sem kerfi yrðu byggð eða uppfærð á einhverju árabili þá fellur kostnaður jafnframt til á sama tímabili. Til einföldunar er hér ávallt miðað við 10 ára framtíðartímabil án tillits til hvenær kerfi er byggt eða uppfært.

3G uppfært án 3GL/ Nýtt 4G				Hraði í Mb/s	Samtals kostnaður (Mkr.)
Staðir	Íbúa fjöldi	Hlutfall	Uppsafnað	10	
Þéttbýl svæði					
Þéttbýli > 2.000	266.028	83,20%	83,20%	2014	2.556
Þéttbýli 500-1.999 manns	26.497	8,30%	91,50%	2014	365
Þéttbýli 200 til 499 manns	6.288	2,00%	93,50%	2014	292
Byggðakjarnar 50-199 manns	4.369	1,40%	94,90%	2014	497
					3.709
Strjálbýl svæði					
Suðurland	4.905	1,50%	96,40%	2014	739
Höfuðborgarsvæðið	735	0,20%	96,60%	2014	158
Vesturland	2.522	0,80%	97,40%	2014	753
Norðvesturland	2.435	0,80%	98,20%	2014	968
Norðausturland	3.292	1,00%	99,20%	2016	901
Austurland	1.765	0,60%	99,80%	2016	961
Vestfirðir	739	0,20%	100,00%	2016	753
Alls	319.575	100,00%			5.232
	Samtals þéttbýli og strjálbýli:				8.941
Önnur svæði					
Hafsvæði allt að 12 sjómílur				2018	á ekki við
Landsvæði 80% landsins utan jökla				2018	á ekki við

Tafla 41 –Nýtt 4G kerfi eða uppfært 3G kerfi (án 3GL) – Kostnaður við 10Mb/s tengihraða

Í byggðakjörnum með 50-199 íbúa er miðað við að þjónustan nái til 99,8% íbúa sem býðir hún næði ekki til um 9 íbúa. Það breytir áætlun um umfang og kostnað því ekki hvort miðað er við 99,8% eða 100% íbúa þar sem þjónustan næði til allra byggðakjarnanna hvort sem er.

4G - uppfært				Hraði í Mb/s	Samtals kostnaður (Mkr.)
Staðir	Íbúa fjöldi	Hlutfall	Uppsafnað	30	
Þéttbýl svæði					
Þéttbýli > 2.000	266.028	83,20%	83,20%	2014	946
Þéttbýli 500-1.999 manns	26.497	8,30%	91,50%	2014	135
Þéttbýli 200 til 499 manns	6.288	2,00%	93,50%	2022	108
Byggðakjarnar 50-199 manns	4.369	1,40%	94,90%	2022	184
					1.372
Strjálbýl svæði					
Suðurland	4.905	1,50%	96,40%	2022	286
Höfuðborgarsvæðið	735	0,20%	96,60%	2022	60
Vesturland	2.522	0,80%	97,40%	2022	360
Norðvesturland	2.435	0,80%	98,20%	2022	368
Norðausturland	3.292	1,00%	99,20%	2022	345
Austurland	1.765	0,60%	99,80%	2022	366
Vestfirðir	739	0,20%	100,00%	2022	286
Alls	319.575	100,00%			2.071
			Samtals þéttbýli og strjálbýli:		3.443
Önnur svæði					
Hafsvæði allt að 12 sjómílur				2022	á ekki við
Landsvæði 80% landsins utan jökla				2022	á ekki við

Tafla 42 – Uppfært 4G kerfi – Kostnaður við 30Mb/s tengihraða



Svæði utan við 3G og 3GL langdrægt

Til samanburðar eru hér tekin saman eftirfarandi landssvæði:

- Svæði í byggð, þéttbýli og strjálbýli, sem 3G eða 3GL langdrægt nær nú ekki til og standa utan háhraðanetsverkefnis sem fjarskiptasjóður bauð út 2008.

Kröfur um þjónustu eru með eftirfarandi hætti:

- Aðeins tryggt að 2Mb/s sé í boði.
- Það getur þurft sérstakan viðtökubúnað, loftnet og leiðstjóra (e. router) hjá notendum.

Borin eru saman samsett þjónustusvæði 3G og 3GL, eins og farsímafyrtækin birta þau á korti, við staði í háhraðaverkefninu. Þannig fást út staðir og fjöldi íbúa á hverju landssvæði fyrir sig sem hvorki eru með 3G, 3GL né tilheyra háhraðanetsverkefni. Landssvæði sem tilheyra „3GL sjóáskrift“ svæði eru hér ekki talin með sem svæði með þjónustu þar sem þau eru lokuð, fyrir þau þarf sérstaka sjóáskrift, 3GL símtæki og sérstakan búnað á skipin. Ef þau eru þrátt fyrir það tekin með þá fækkar mjög þessum stöðum og þar með fjöldi senda sem þarf til viðbótar. Kostnaður lækkar við það um 70-80% lauslega áætlað.

Reiknaður er fjöldi senda sem þarf til að veita 2Mb/s 3G netþjónustu skipt niður á landssvæði og þéttbýli. Kostnaður er áætlaður út frá sendafjölda.

Landshlutar	Íbúafjöldi	Hlutfall af landsmönnum	Sendar	Kostnaður [Mkr]
Þéttbýli og byggðakjarnar	1.877	0,59%	9	258
Austurland	81	0,03%	3	107
Höfuðborgarsvæðið	7	0,00%	1	36
Norðausturland	464	0,15%	15	536
Norðvesturland	111	0,03%	4	143
Suðurland	109	0,03%	8	286
Vesturland	237	0,07%	7	250
Vestfirðir	0	0,00%	0	0
Samtals:	2.886	0,90%	47	1.617

Tafla 43 – Kostnaður vegna 2Mb/s 3G/3GL utan núverandi þjónustusvæða

Utan byggða

Miðað er við að það þurfi tiltekin fjölda senda til að ná til landssvæða utan byggða, það er þau svæði sem þjónustan nær ekki til vegna byggðar og svæði utan jökla samanber “ Fylgiskjal 7: Teikning af ósnortnu víðerni”.

Að auki er nokkurn vegin vitað um tiltæka sendastaði. Þannig fæst hversu marga staði þarf að byggja. Staði utan byggða þarf að rafvæða og nær kostnaðarflokkun til þess hvaða nýju staðir eru tengdir rafveitu og hverjir rafstöð.

Óbyggð svæði utan jökla - 3G kerfi (2Mb/s)	Fjöldi senda-stöðva með aðstöðu	Fjöldi nýrra senda-stöðva	Samtals fjöldi senda-stöðva	Samtals (Mkr.)
Hálendi nálægt byggð (F1)	22	45	67	3.718
Hálendi fjarri byggð (F2)	21	66	87	5.329
Samtals:	43	111	154	9.046

Tafla 44 – 3G (2Mb/s) Sendar utan byggða með nýrri aðstöðu

Óbyggð svæði utan jökla - 3G kerfi (2Mb/s) uppfært í 10Mb/s	Fjöldi senda-stöðva með aðstöðu	Fjöldi nýrra senda-stöðva	Samtals fjöldi senda-stöðva	Samtals (Mkr.)
Hálendi nálægt byggð (F1)	22	45	67	387
Hálendi fjarri byggð (F2)	21	66	87	491
Samtals:	43	111	154	879

Tafla 45 – 3G (2Mb/s kerfi uppfært í 10Mb/s) Sendar utan byggða

Óbyggð svæði utan jökla - 4G kerfi	Fjöldi senda-stöðva með aðstöðu	Fjöldi nýrra senda-stöðva	Samtals fjöldi senda-stöðva	Samtals (Mkr.)
Hálendi nálægt byggð (F1)	22	45	67	5.226
Hálendi fjarri byggð (F2)	21	66	87	8.377
Samtals:	43	111	154	13.603

Tafla 46 – 4G Sendar utan byggða með nýrri aðstöðu

Miðað er við stærra kerfi í öllum tilfellum. Minna kerfi er áætlað að kosti 25-40% minna en stærra kerfi.



Hafsvæði

Til að ná út á hafssvæði allt að 12 sjómíllur og 10 eða 30Mb/s tengihraða þarf fjölmarga senda eða um 80 fyrir 100% dekkun. Auk þess sem sendar þurfa að vera í yfir 40m hæð. Núverandi þjónusta við sjófarendur nær víðast hvar mun lengra út en 12 míllur. Til að nýta hana þarf þar til gerðan búnað auk sérstakrar áskriftar.

Kostnaður er sundurliðaður eftir því hvort sendir er á sendastöð sem er til staðar eða á nýjum stað. Á teikningu „Fylgiskjal 6: Teikning af sendum fyrir hafsvæði“ eru sýndir 80 sendar meðfram strandlengjunni. Hér er þeim aðeins fækkað með samnýtingu og minni dekkun.

Hafsvæði 4G kerfi	Senda-stöðvar með aðstöðu	Nýjar senda-stöðvar	Samtals fjöldi senda-stöðva	Samtals (Mkr.)
Austurland	13	1	14	519
Norðausturland	7	5	12	516
Norðvesturland	5	0	5	179
Suðurland	12	5	17	695
Vesturland	9	0	9	323
Vestfirðir	14	4	18	714
Samtals:	60	15	75	2.947

Tafla 47 – Sendar fyrir hafsvæði

Með þetta þétu kerfi næst þjónustan í allt að 12 mílna fjarlægð frá landi og í allflestum vikum og fjörðum án sérstaks viðbótar viðtökubúnaðar.

Ljósleiðarakerfi

Á undanförunum 25 árum hefur verið byggt upp ljósleiðarkerfi sem nær víða um land. Það er gert ráð fyrir því að það kerfi verði nýtt sem stofnbraut baknetsins. Með þeim viðbótum á þjónustu, sem átt hefur sér staða á síðustu árum með tilkomnu ljósbylgjuþjónustu og fleira, þá liggur fyrir að flutningsgeta fyrir einfalt stofnnet er að miklu leyti til staðar. Ljósleiðarakerfið nær þó ekki til allra núverandi staða.

Hér er lagt mat á kostnað við að bæta við ljósleiðarakerfið annars vegar að aðstöðu til staðar og hins vegar að nýrri aðstöðu.

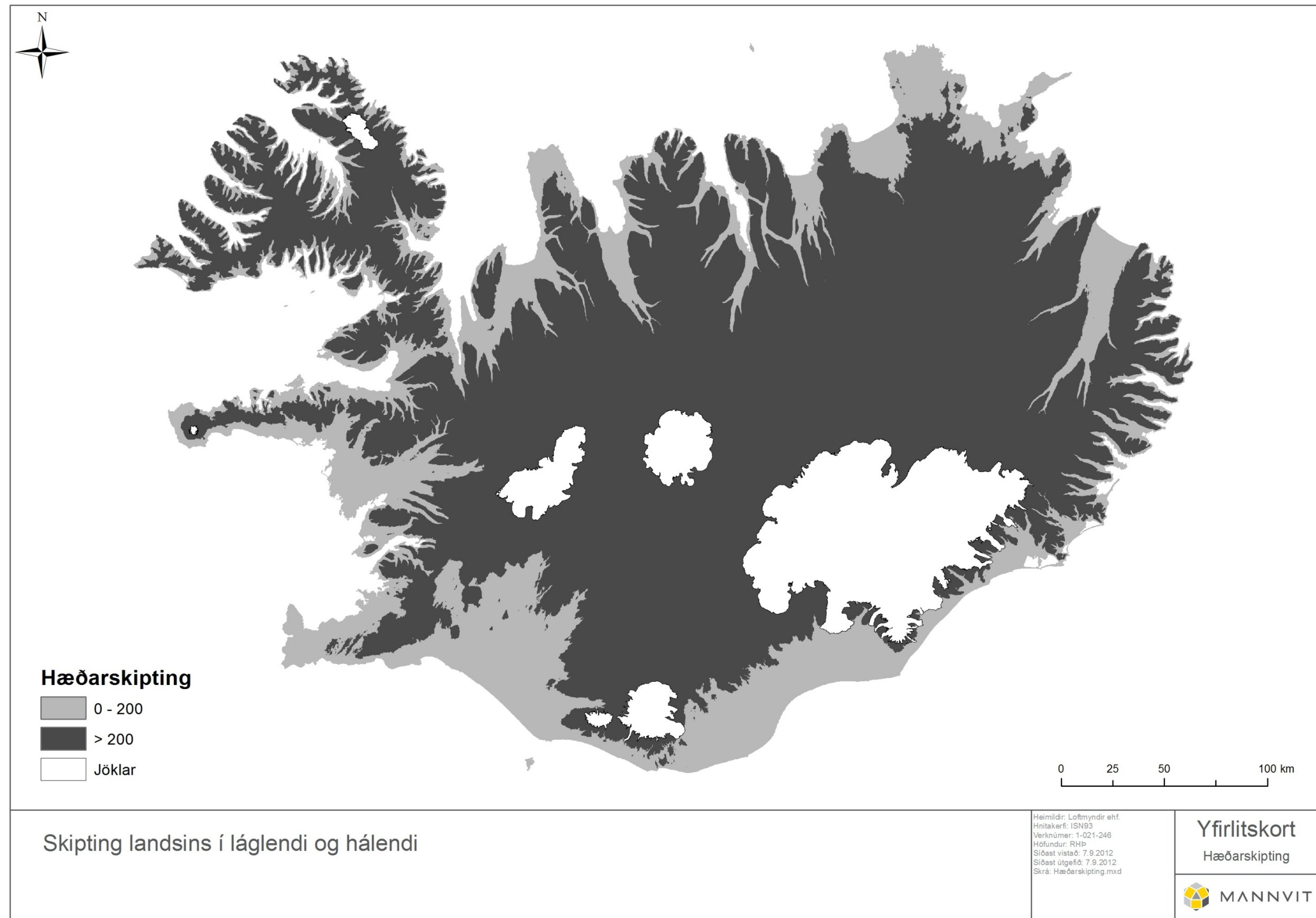
Auk þess er tekin saman kostnaður við að tengja aðeins þá staði sem eru næst ljósleiðara eða innan við 5km. Áður hefur komið fram að það geti verið hagkvæmt að tengja staði í strjálbýli, þar sem þannig háttar, með ljósleiðara frekar en örbylgju.

Ljósleiðari og tenging - 4G sendastöðvar	Magn (km)	Samtals (Mkr)
Allar 4G sendastöðvar með aðstöðu	1.089	2.179
Nýjar 4G sendastöðvar	942	1.885
4G sendastöðvar - vegalend <5km að sendastöð	98	195

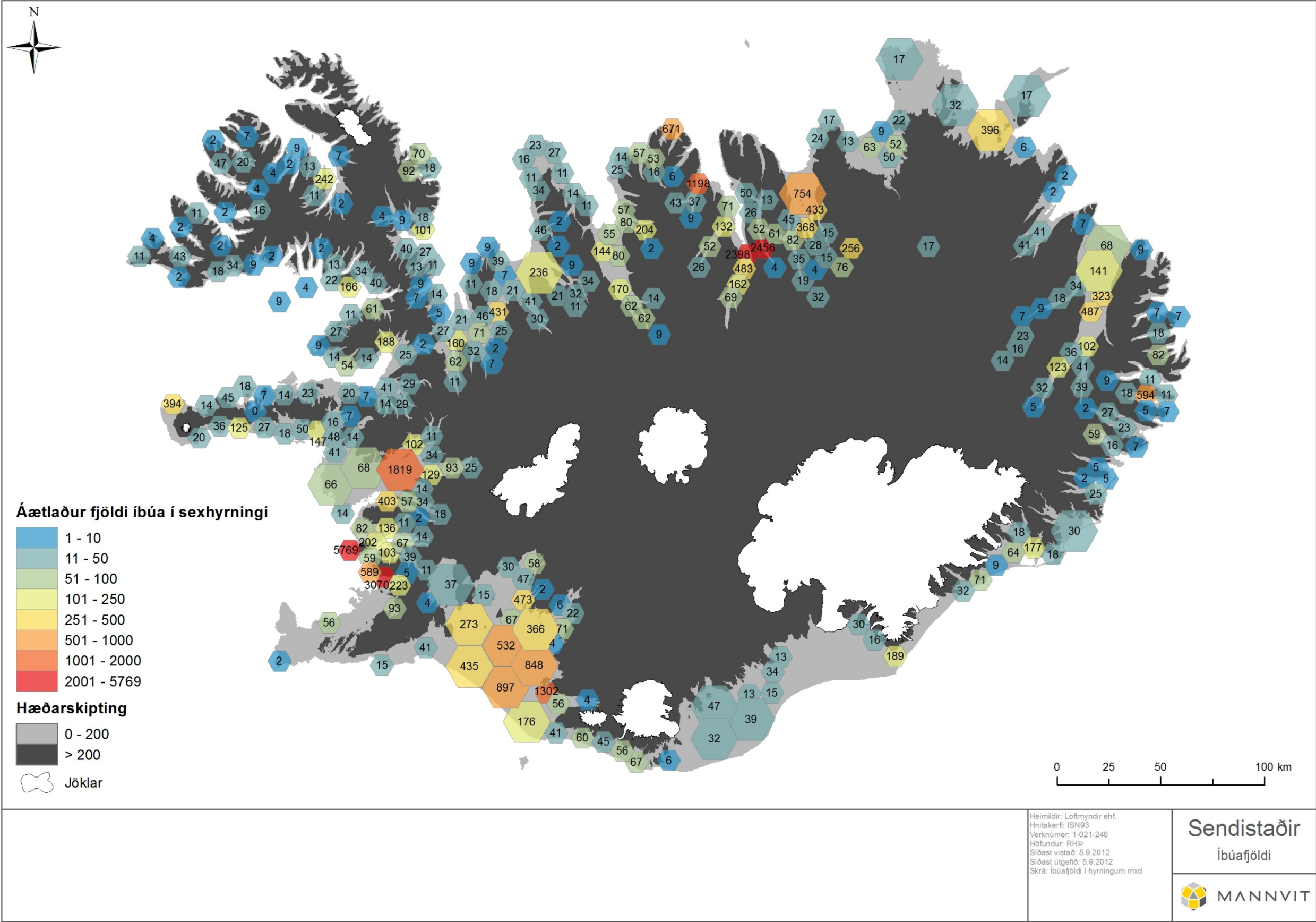
Tafla 48 – Stækkun ljósleiðarakerfis

Fylgiskjöl

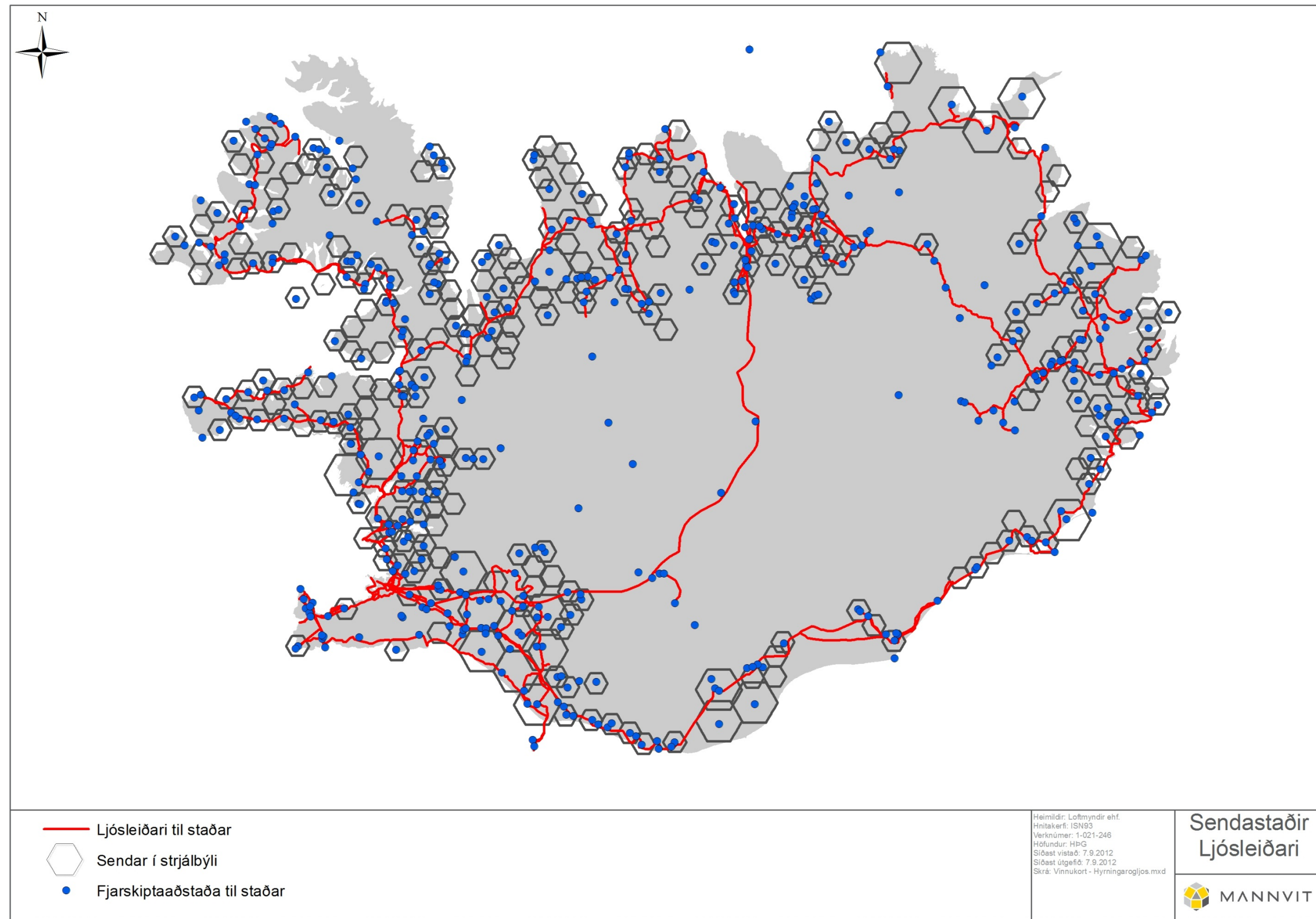
Fylgiskjal 1: Teikning - skipting í láglendi og hálendi



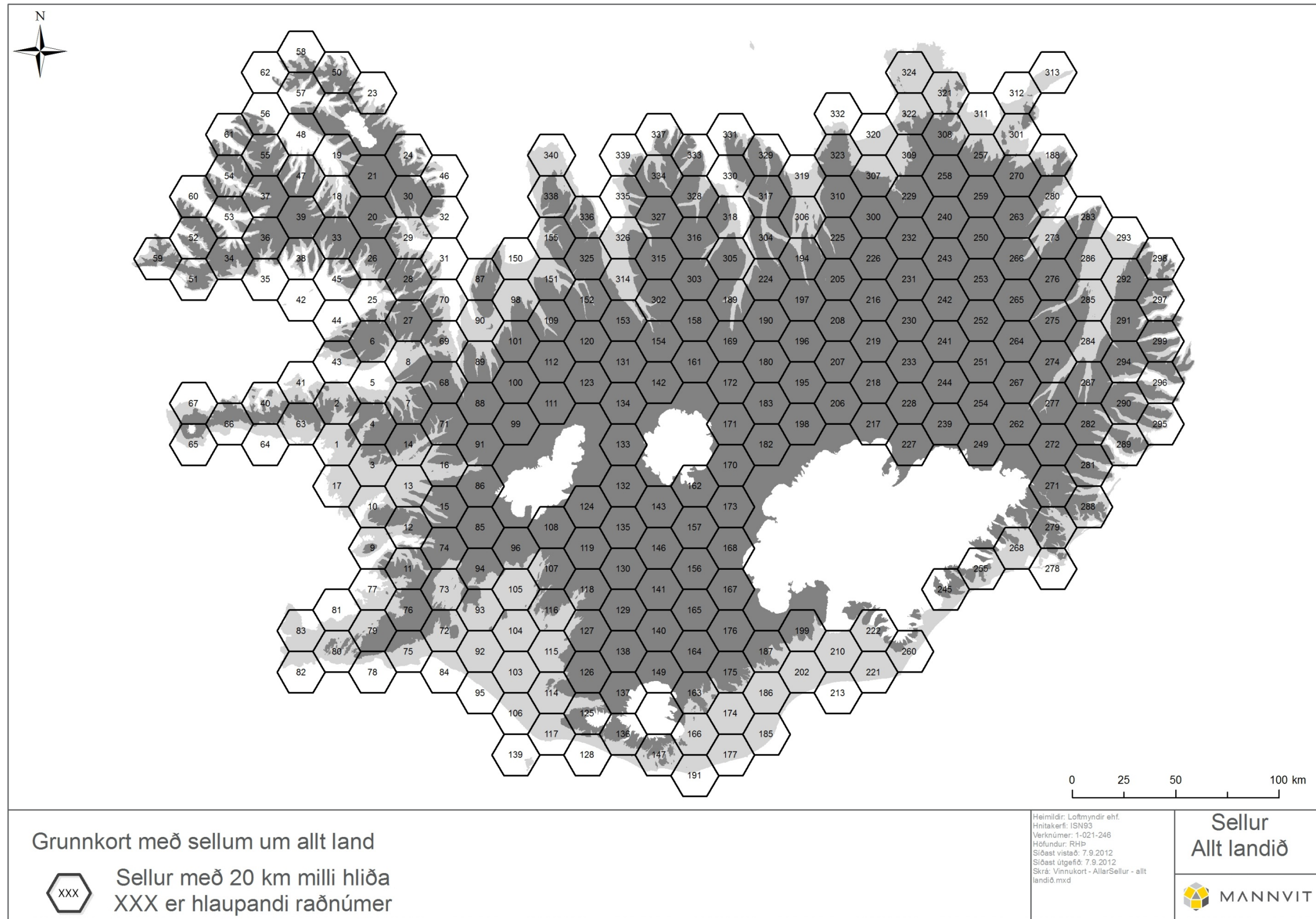
Fylgiskjal 2: Teikning af sendum (sellum) í strjálbýli og íbúafjöldi í hverri sellu



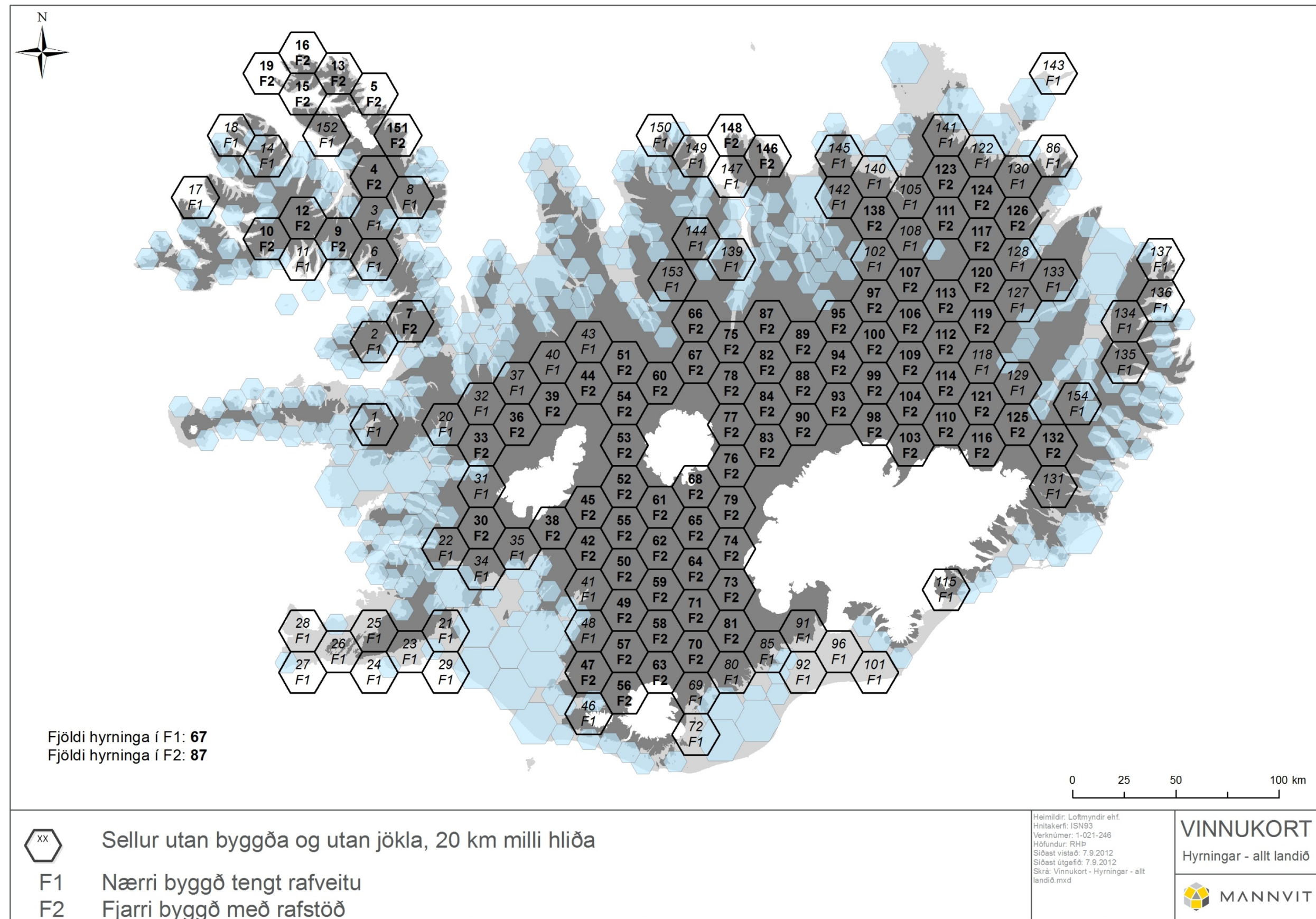
Fylgiskjal 3: Teikning af ljósleiðurum og sendum (sellum) í strjálbýli



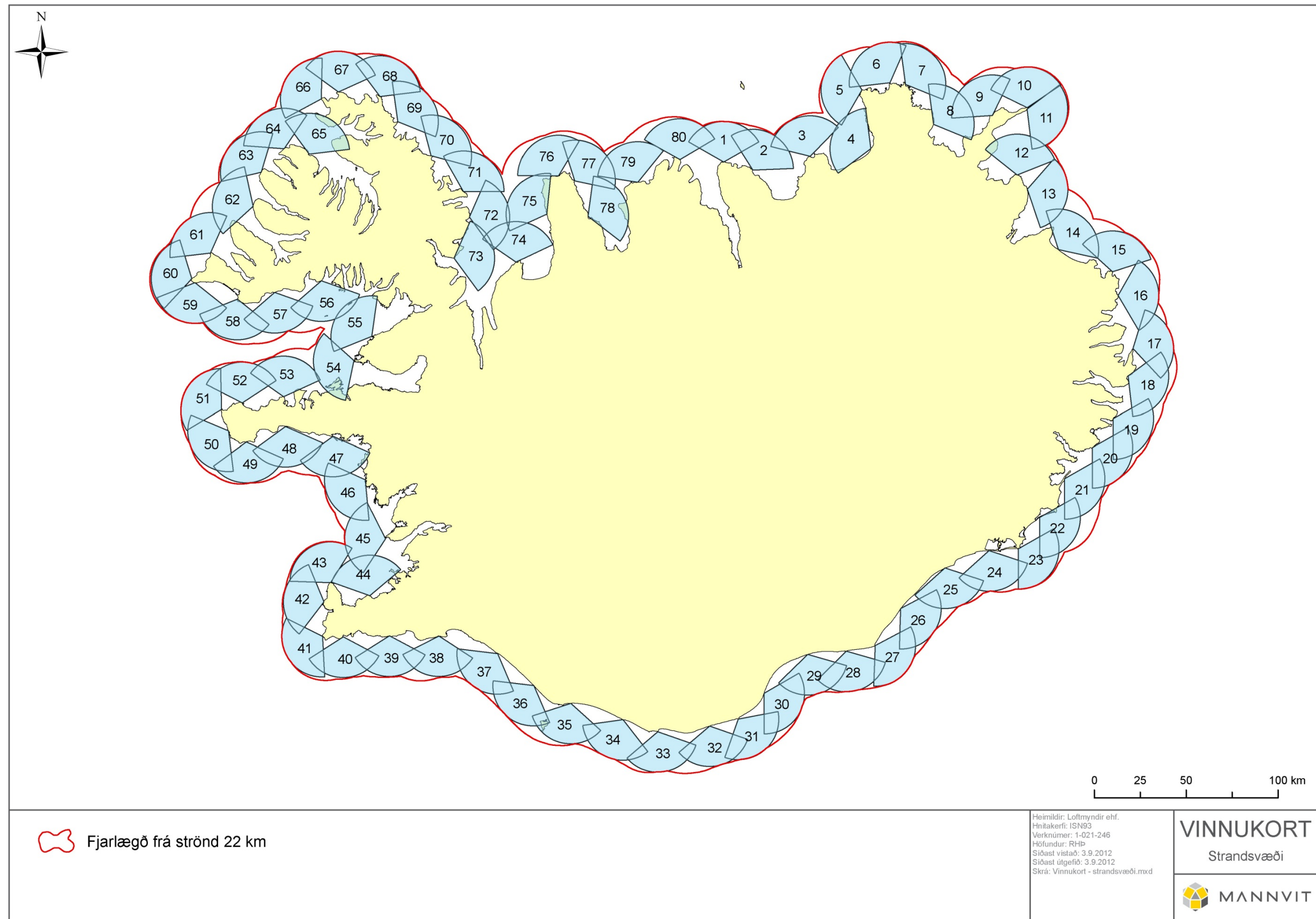
Fylgiskjal 4: Sendar (sellur) allt landið



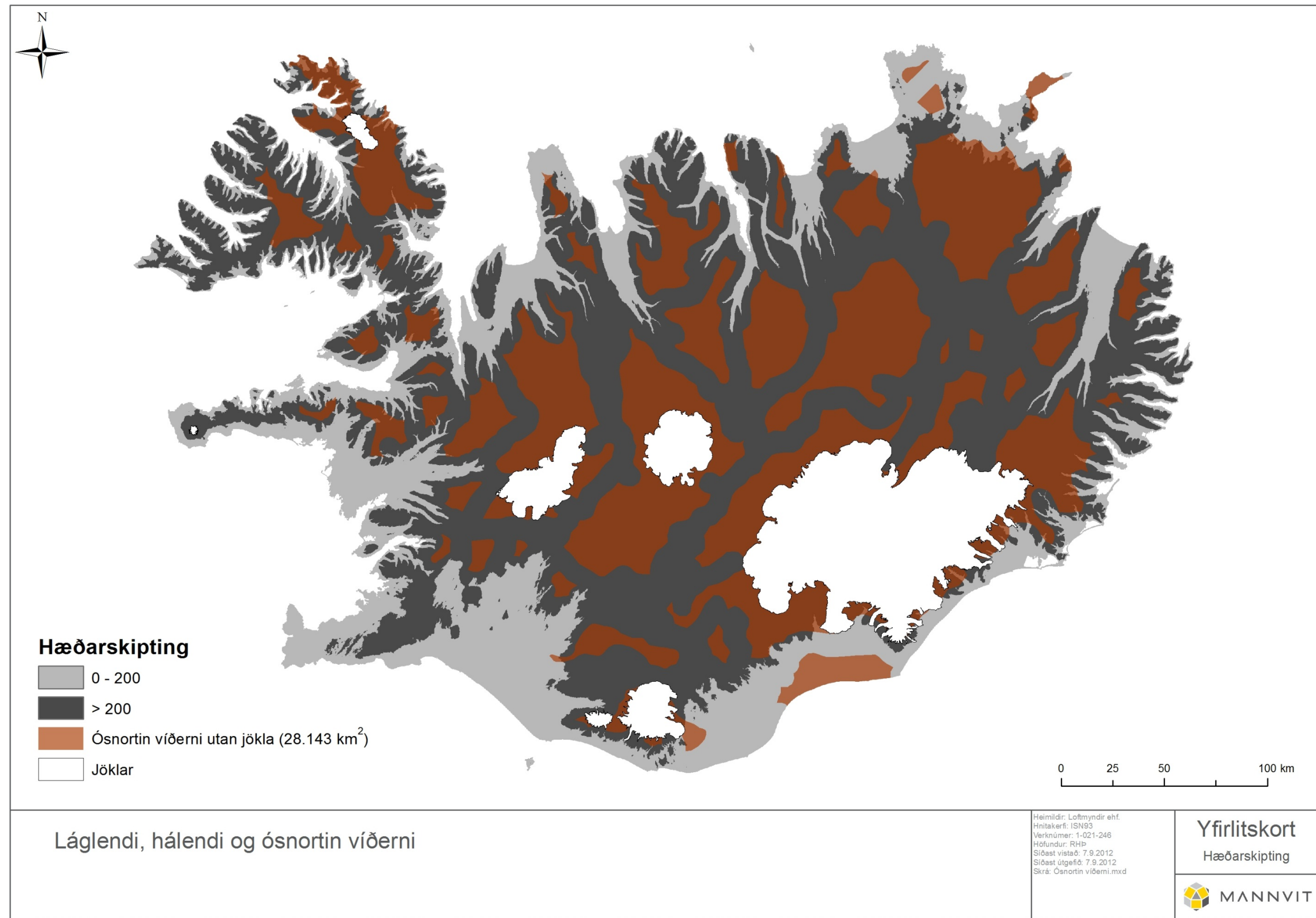
Fylgiskjal 5: Teikning af sendum (sellum) utan byggða



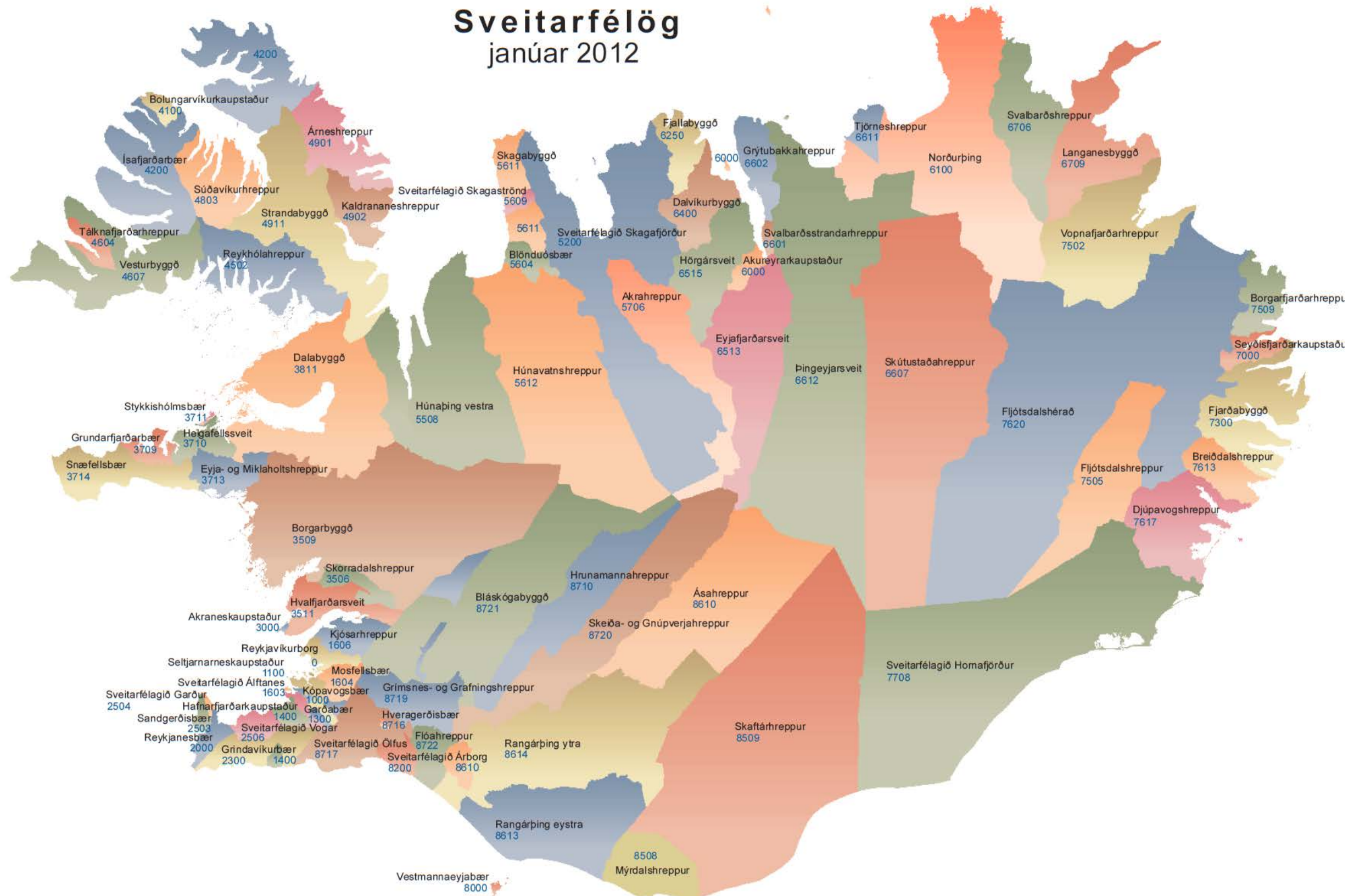
Fylgiskjal 6: Teikning af sendum fyrir hafsvæði



Fylgiskjal 7: Teikning af ósnortnu víðerni



Fylgiskjal 8: Sveitarfélög, þéttbýlisstaðir og byggðakjarnar



MANNFJÖLDI - ÞÉTTBÝLISSTAÐIR:

Höfuðborgarsvæðið	Fjöldi
Reykjavík	118.069
Kópavogur	31.205
Hafnarfjörður	26.486
Garðabær	11.283
Mosfellsbær	8.854
Seltjarnarnes	4.313
Álftanes	2.389
Grundarhverfi á Kjalarnesi	518
Samtals	203.117

Norðvesturland	Fjöldi
Sauðárkrókur	2.572
Blönduós	812
Hvammstangi	550
Skagatrönd	499
Hofsós	171
Varmahlíð	132
Laugar	118
Hólar í Hjaltadal	83
Samtals	4.937

Vesturland	Fjöldi
Akranes og nágrenni	6.638
Borgarnes	1.767
Stykkishólmur	1.104
Ólafsvík	1.024
Grundarfjörður	845
Hellissandur	379
Bifröst	253
Búðardalur	249
Hvanneyri	246
Rif	164
Melahverfi í Hvalfirði	133
Samtals	12.802

Norðausturland	Fjöldi
Akureyri og nágrenni	17.701
Húsavík	2.232
Dalvík	1.367
Siglufjörður	1.203
Ólafsfjörður	799
Þórshöfn	375
Grenivík	272
Hrafnagil	259
Svalbarðseyri	250
Raufarhöfn	185
Hrísey	165
Reykjahlíð	160
Litli-Árskógssandur	127
Kópasker	122
Hauganes	118
Borgarfjörður eystri	85
Bakkafjörður	77
Grimsey	76
Brúnaahlíð í Eyjafirði	64
Kristnes	56
Samtals	25.693

Vestfirðir	Fjöldi
Ísafjörður	2.602
Bolungarvík	866
Patreksfjörður	636
Hólmavík	380
Suðureyri	269
Þingeyri	267
Tálknafjörður	258
Hnífsdalur	218
Flateyri	214
Bíldudalur	168
Súðavík	145
Reykhólar	121
Drangsnes	72
Samtals	6.216

Austurland	Fjöldi
Egilsstaðir	2.268
Neskaupstaður	1.488
Reyðarfjörður	1.093
Eskifjörður	1.015
Fáskrúðsfjörður	662
Seyðisfjörður	659
Vopnafjörður	527
Fellabær	391
Djúpivogur	342
Raufarhöfn	185
Breiðdalsvík	139
Samtals	8.769

Suðurland	Fjöldi
Keflavík og Njarðvík	14.047
Selfoss og nágrenni	6.496
Vestmannaeyjar	4.192
Grindavík	2.825
Hveragerði	2.307
Höfn í Hornafirði	1.668
Sandgerði	1.636
Þorlákshöfn	1.522
Garður	1.477
Vogar	1.047
Hvolsvöllur	893
Hella	775
Eyrarbakki	544
Stokkseyri	488
Flúðir	412
Vík í Mýrdal	267
Reykholt í Biskupstungum	197
Laugarvatn	148
Kirkjubæjarklaustur	115
Laugarás	114
Sólheimar í Grímsnesi	92
Hafnir	87
Tjarnabyggð	78
Borg í Grímsnesi	77
Nesjahverfi í Hornafirði	64
Byggðakjarni í Þykkvabæ	64
Brautarholt á Skeiðum	57
Samtals	41.689

MANNFJÖLDI - SVEITARFÉLÖG:

Höfuðborgarsvæðið	Fjöldi
Reykjavík	118.814
Kópavogur	31.205
Seltjarnarnes	4.313
Garðabær	11.283
Hafnarfjörður	26.486
Sveitarfélagið Álftanes	2.419
Mosfellsbær	8.854
Kjósarhreppur	220

Vesturland	Fjöldi
Akranes	6.592
Skorradalshreppur	60
Hvalfjarðarsveit	627
Borgarbyggð	3.470
Grundarfjarðarbær	899
Helgafellssveit	57
Stykkishólmur	1.108
Eyja- og Miklaholtshreppur	132
Snæfellsbær	1.737
Dalabyggð	686

Vestfirðir	Fjöldi
Bolungarvík	889
Ísafjarðarbær	3.755
Reykhólahreppur	271
Tálknafjarðarhreppur	276
Vesturbyggð	910
Súðavíkurhreppur	182
Árneshreppur	52
Kaldrananeshreppur	104
Strandabyggð	516

Norðurland vestra	Fjöldi
Sveitarfélagið Skagafjörður	4.024
Húnaþing vestra	1.187
Blönduóssbær	871
Sveitarfélagið Skagaströnd	504
Skagabyggð	104
Húnavatnshreppur	412
Akrahreppur	197

Norðurland eystra	Fjöldi
Akureyri	17.875
Norðurþing	2.884
Fjallabyggð	2.035
Dalvíkurbyggð	1.900
Eyjafjarðarsveit	1.031
Hörgársveit	584
Svalbarðastrandahreppur	390
Grýtubakkahreppur	350
Skútustaðahreppur	385
Tjörneshreppur	55
Pingeyjarsveit	915
Svalbarðshreppur	102
Langanesbyggð	512

Austurland	Fjöldi
Seyðisfjörður	677
Fjarðabyggð	4.600
Vopnafjarðarhreppur	670
Fljótsdalshreppur	78
Borgarfjarðarhreppur	129
Breiðdalshreppur	190
Djúpavogshreppur	461
Fljótsdalshérað	3.408
Sveitarfélagið Hornafjörður	2.143

Suðurland	Fjöldi
Vestmannaeyjar	4.194
Sveitarfélagið Árborg	7.783
Mýrdalshreppur	459
Skaftárhreppur	443
Ásahreppur	204
Rangárþing eystra	1.741
Rangárþing ytra	1.504
Hrunamannahreppur	774
Hveragerði	2.283
Sveitarfélagið Ölfus	1.930
Grímsnes- og Grafningshreppur	416
Skeiða- og Gnúpverjahreppur	504
Bláskógabyggð	906
Flóahreppur	602
Reykjanesbær	14.137
Grindavíkurbær	2.830
Sandgerði	1.672
Sveitarfélagið Garður	1.477
Sveitarfélagið Vogar	1.126