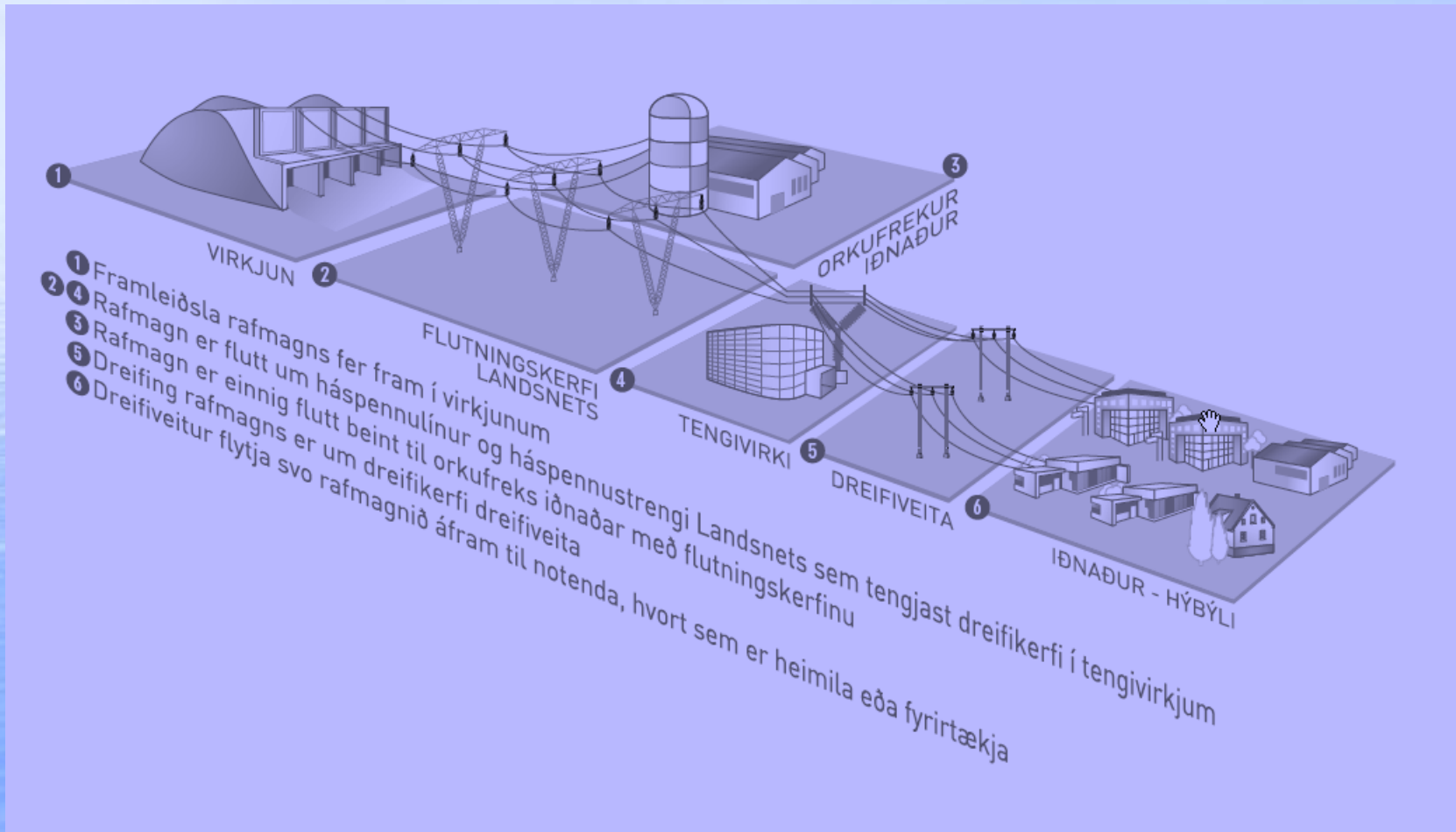




6. önn. Rafmagnsfræði

Háspennukerfi Raforkuflutningur.

Framleiðsla rafmagns fer fram í virkjunum. Flutningslínur liggja um dreifikerfið



RARIK

Á árum áður voru raforkukerfin ýmist tengd þeim vatnsaflsstöðvum sem voru á hverju svæði, eða reistar voru diesilrafstöðvar til framleiðslu raforku.

Engin samtengin var milli svæða.

RARIK hóf byggingu Byggðalínu árið 1974.

RARIK

- Orkufyrirtækið Rafmagnsveitur ríkisins (RARIK) var stofnað með Raforkulögum 2. apríl 1946 og tók til starfa í ársbyrjun 1947.
- Meginverkefni þess var var orkuöflun, ýmist með eigin vinnslu eða með kaupum af öðrum orkuverum og dreifing orkunnar um héruð landsins.

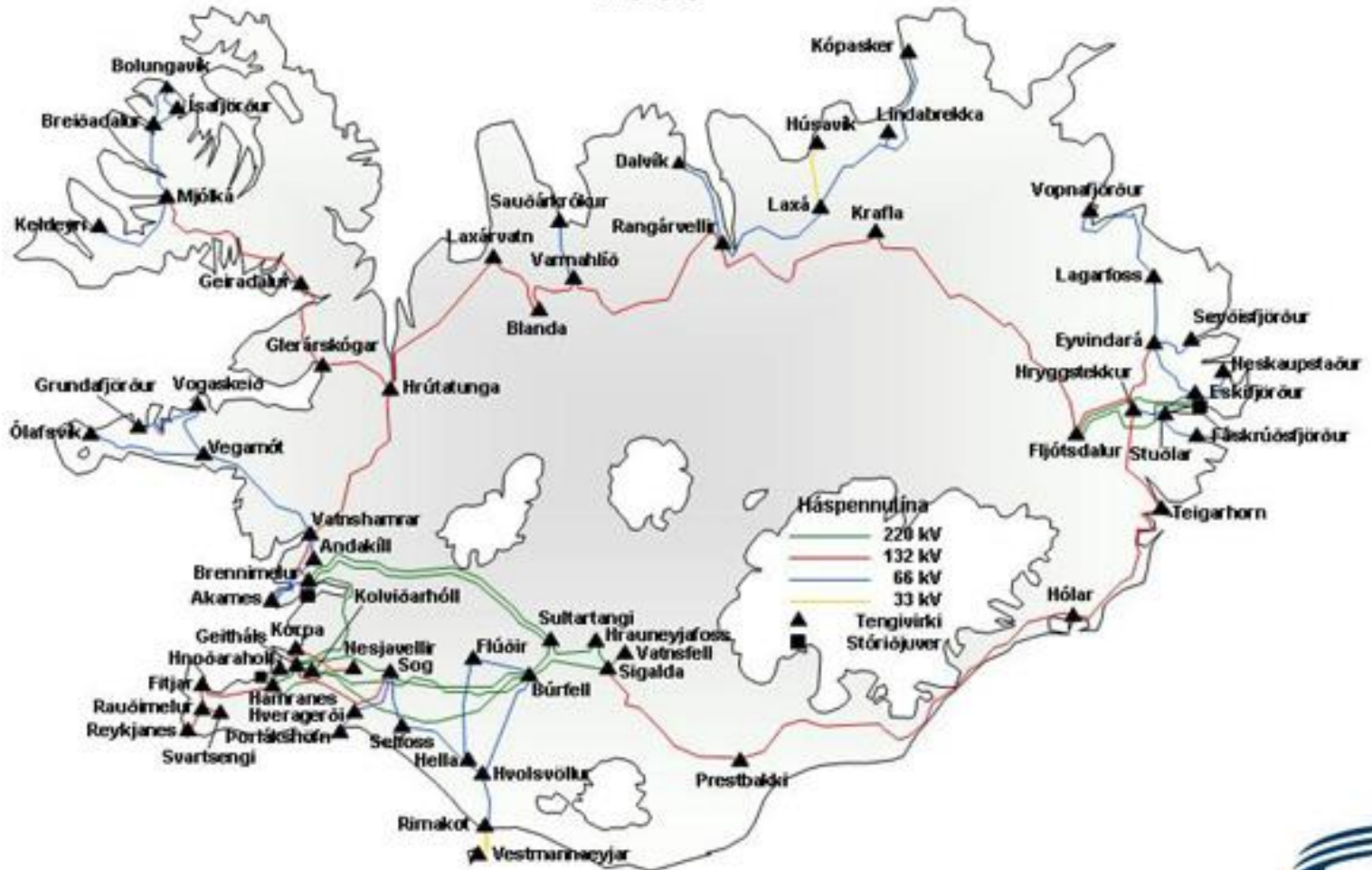
Raforkuflutningur.

- Landsnet á og rekur allar megin flutningslínur rafmagns á Íslandi. <http://www.landsnet.is/>
- Hæsta spenna í rekstri hér á landi er 220kV.
- Stór hluti kerfisins er 132KV, en lítill hluti er 66KV og 33KV.
- Línur hafa verið byggðar 420KV, þó svo að rekstur spenna þeirra sé 220KV.

Fyrsti hluti Byggðalínu var 87 km löng lína milli Akureyrar og Varmahlíðar í Skagafirði, sem reist var árið 1974.

Árið 1974 hófst Rarik handa við samtengingu orkuveitusvæða landsins með 132 kV línu, svokallaðri Byggðalínu og var hringtengingu hennar lokið árið 1984.

Landsnet 2009



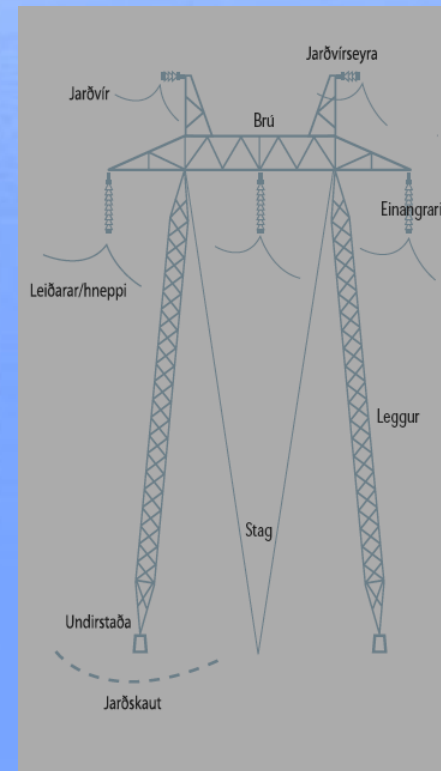
<https://www.landsnet.is/landsnet/flutningskerfid/kerfisstjornun/aflflutningur-nuna/>

Háspennulínur



Rafmagn er flutt um háspennulínur á milli staða.

Burðarvirki háspennulína eru ýmist úr timbri eða stáli og með eða án sérstakra undirstaðna.



Háspennulínur



Hönnunarforsendur, sem m.a. taka mið af hugsanlegu álagi vegna vinds, ísingar og spennuvals, ráða mestu um hvort byggingarefnið er valið. Spennuval ræður mestu um hæð mastra í háspennulínu.

Af því helgast einnig að möstur í 220 kV línum eru nær undantekningarlaust byggð úr stáli og eru á steypum undirstöðum.

Hærri spenna - meiri hæð



Gerð er sérstök krafa um fjarlægð leiðara (rafmagnsvíra) frá jörðu.

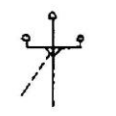
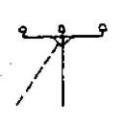
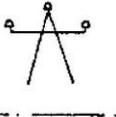
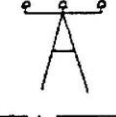
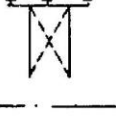
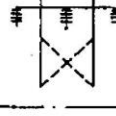
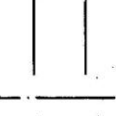
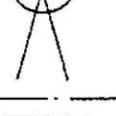
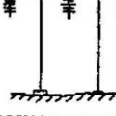
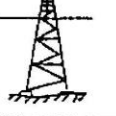
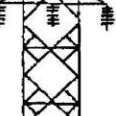
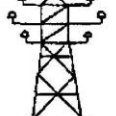
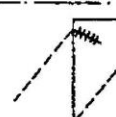
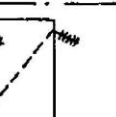
Fjarlægð eykst eftir því sem spennan er hærri

Sérstakir einangrarar, ýmist úr gleri eða postulíni, einangra leiðara frá burðarvirki.

Háspennulínur



Auk burðarvirkis línu og leiðara þá eru mikilvægustu þættir háspennulínunnar einangraraskálar og tengi- og stagbúnaður.

Mastursgerðir		
		I möstur
		A möstur
		H-D-II möstur
		AH mastur
		Stál- mastur
		Stál- möstur
		Horn- mastur

Mynd 5.2

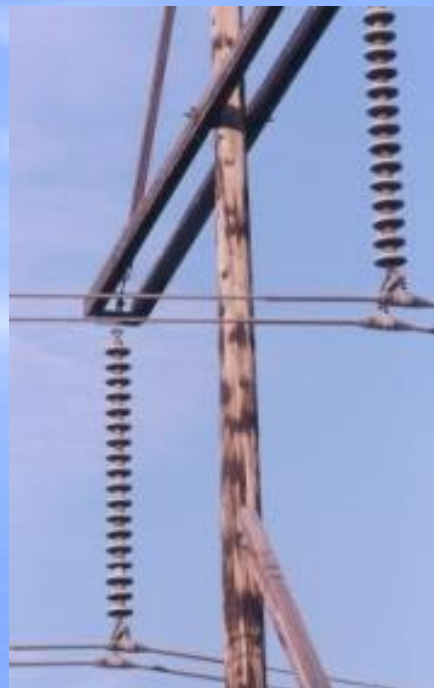
Mastursgerð er valin í hverju tilfalli með tilliti til margra þátta t.d rekstrarspennu, spanlend, hæð og burðargetu.

Leiðarar í loftlínunum eru festir við burðarmöstrin með einangrurum.

Helstu rafmagnslegar bilanaorsakir á einangrurum eru:

1. Vegna galla eða skemmda á postlíni.
2. Vegna yfirspennu eða of lítis loftbils milli leiðara.
3. Vegna skriðstraums sem getur orsakast af of litlu einangrunargildi á yfirborði t.d vegna salts, ísingar, eða hvorutveggja.

Einanrarar



Leiðarar í loftlínnum eru festir við burðarmöstur með einangrurum.

Efni og gerð einangrara eru valin með tilliti til rekstrarspennugildis, burðargetu, hitapols og veðurfars.

Algenast er að einangrarar séu gerðir úr postulíni eða gleri. En á seinni árum er farið að framleiða þá fyrir spennur frá 12 til 360kV úr glertrefjaefni sem er mun léttara.

Háspennulínur



Hönnunarforsendur, sem m.a. taka mið af hugsanlegu álagi vegna vinds, ísingar og spennuvals, ráða mestu um hvort byggingarefnið er valið. Spennuval ræður mestu um hæð mastra í háspennulínu.

Af því helgast einnig að möstur í 220 kV línum eru nær undantekningarlaust byggð úr stáli og eru á steypum undirstöðum.

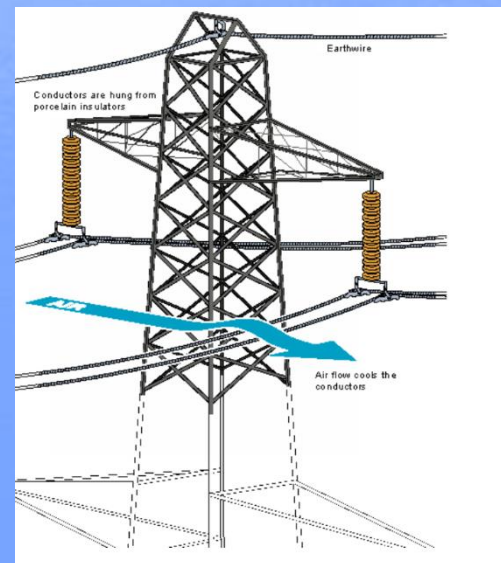
Búrfellslína 3



Kostir háspennulína eru þeir helstir að þær eru einfalt mannvirki, auðvelt er að halda uppi reglubundnu eftirliti og staðsetja bilanir ef um það er að ræða. Hægt er að hefjast handa við viðgerð nánast um leið og bilunin er staðsett.



220kV lína



Vindur kælir leiðara loftlína

Jarðstrengir

Háspennustrengur er yfirleitt grafinn í jörðu.

Hann getur verið þrír einangraðir leiðarar pakkaðir sameiginlega innan í strengjakápu eða verið þrír óháðir strengir með einumleiðara hver (einleiðari).

Efnisuppbygging strengs gerir það að verkum að kæligeta strengjaleiðara er margfalt verri en línu.

Utan við leiðarann og einangrun hans er komið fyrir málmskermi, oftast kopar, sem ætlað er að deyfa og jafna segulsvið sem myndast í kringum leiðarann sem flytur riðstraum.



Jarðstrengir

Það sem ræður straumflutningsgetu strengs, fyrir utan gildleika hans, er að stærstum hluta kæling. Straumur í skermi strengs hefur áhrifá straumflutningsgetu því hann framleiðir varma í skerminum og takmarkar kælingu strengleiðarans.

Þessi slaka kæling háspennustrengja veldur því að flutningsgeta strengjaleiðara miðað við samsvarandi línuleiðara (mælt í mm^2) er lakari.



Jarðstrengir

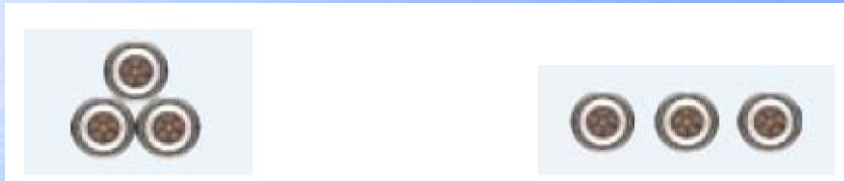
Kostir háspennustrengja eru að rekstur þeirra er að mestu óháður verðurfari og sjónáhrif þeirra eru í lágmarki. Það þarf minna landrými undir strenglöggn.

Ókostir strengja eru hins vegar að óvíst er að hægt sé að staðsetja bilun eins fljótt og háspennulína.



Fyrirkomulag strengja í skurði

Jarðstrengslagnir á hárrí spennu samanstanda af þremur einleiðurum hið minnsta, en stundum er þörf á tveimur leiðurum eða fleiri í hverjum fasa. Heildarfjöldi leiðara er því yfirleitt margfeldi af þremur, þ.e. 3, 6 eða 9.



**Strengir lagðir
í þríhyrning**

Strengir lagðir í plan

Fyrirkomulag strengja í skurði



**Jarðstrengur lagður í þríhyrning,
132 kV, 500 mm² áleiðari.**

Jarðstrengir eða loftlína ?

Einn grundvallarmunur á loftlínu og jarðstreng er eiginleiki þeirra til að mynda launafl.

Strengir og línur framleiða mismikið launafl strengir um 20-50 sinnum meira en línur.

Samanburðatölur á bilunartíðni jarðstrengja og loftlína sýnir að jarðstrengir bila sjaldnar.



Jarðstrengir eða loftlína ?

Líftími strengja er 30 - 40 ár
Lífími loftlína 50 - 60 ár.

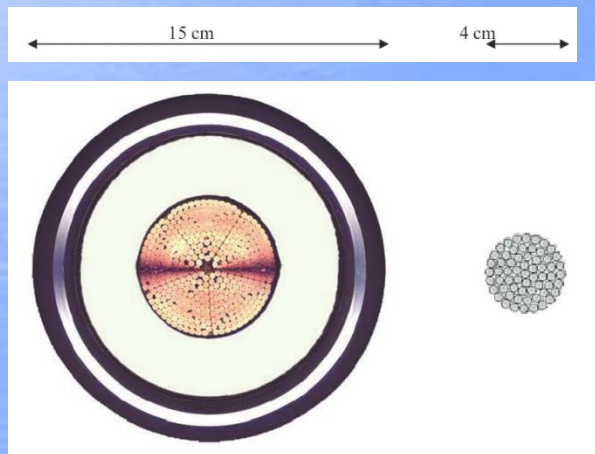
Háspennulínur með yfir 100 kV spennu eru almennt lagðar sem loftlínur hér á landi eins og gert er í nágrannalöndum okkar og reyndar um heim allan.

Þó eru þess dæmi að flutningslínur séu lagðar sem jarðstrengir og er það aðallega gert vegna sérstakra umhverfishagsmuna eða af öryggisástæðum t.d. við flugvelli eða í þéttri byggð

Kostnaður, tæknilegir vankantar og minna afhendingaröryggi eru helstu ástæður þess að ekki er valið að leggja flutningslínur á hárru spennu í jörð.

Jarðstrengir eða loftlína ?

Hlutfallslega eru strengir á hærri spennu dýrari en á lægri spennu. Í dag er 11 kV dreifikerfi nánast eingöngu byggt upp af strengjum, það heyrir til undantekninga ef slík lína er reist, jafnvel í dreifbýli



Samanburður á 400 kV jarðstreng og loftlínuleiðara með svipaða flutningsgetu

Jarðstrengir eða loftlína ?

Viðmið Landsnets varðandi jarðstrengslagnir er eftirfarandi;

66 kV

Jarðstrengslaun er skoðuð til jafns við loftlínulaun.

132kV

Jarðstrengslaunir skoðaðar í þéttri byggð, á styttri vegalengdum og þar sem um tengingu einstakra viðskiptavina ræðir.

220kV

Jarðstrengslaun er ekki tæknilega eða kostnaðarlega fýsileg á þessu spennustigi. Hún kemur eingöngu til athugunar á styttri köflum, til einstakra viðskiptavina og við mjög sérstakar aðstæður:

Einstæðar umhverfisaðstæður

Þétt íbúðabyggð

Spennufall og afltap í loftlínunum og jarðköplum.

Í útreikningum á háspennulínunum og köplum verður að taka tillit til span- og rýmdaráhrifa, svokallaðs launviðnáms (X_L og X_C) auk raunviðnámsins í leiðurunum.

Orsök spanáhrifa (launviðnáms X_L) er segulsviðið sem umlykur hvern leiðara og sveiflast í takt við tíðni straumsins. Slík spanáhrif eru kölluð sjálfspan eða spönuð mótspena.

Sjálfsspanið markast einnig af sverleika og lengd leiðis svo og fjarlægðar á milli leiðara.

Spanviðnám sem við getum notað í útreikningum

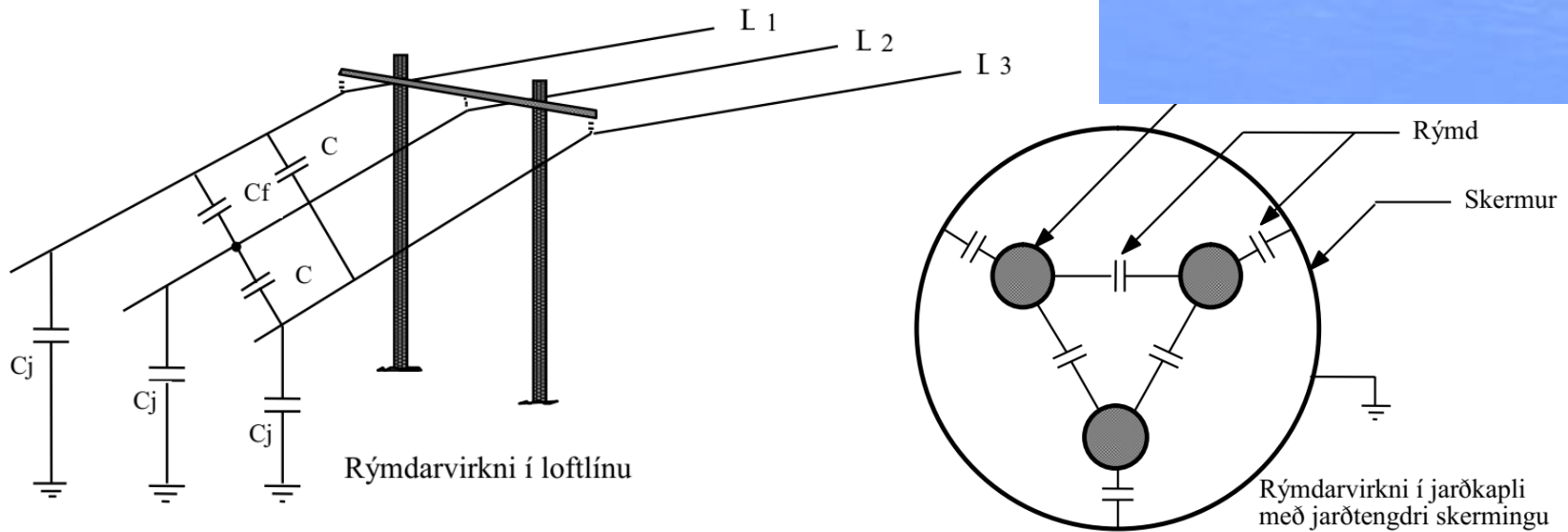
-loftlínur $X_L = 0,4 \Omega / \text{km}$

-jarðkaplar $X_L = 0,12 \Omega / \text{km}$

Í dæmum hér skulum við nota eftirfarandi rekstrarrýmd C_r .

- línur $C_r = 9 \cdot 10^{-9} \text{ F} / \text{km}$ á fasa

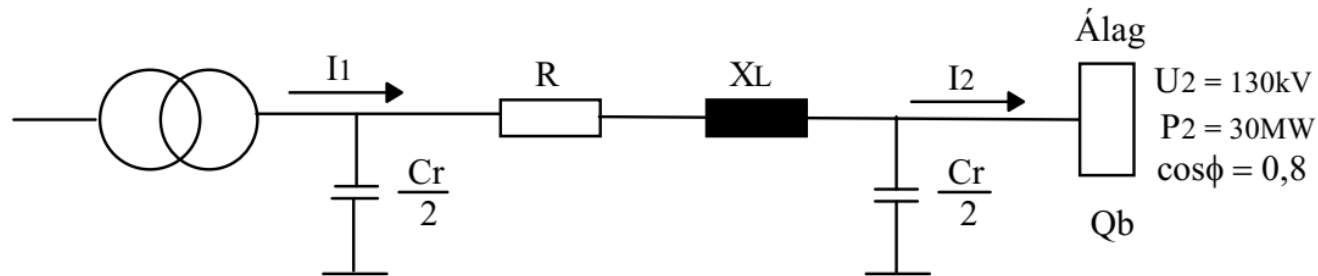
- kaplar $C_r = 300 \cdot 10^{-9} \text{ F} / \text{km}$ á fasa [24kV]



Sýnidæmi, útreikningur á háspennulínu sem farið er í á töflu í kennslutíma.

Loftlína er 100 km löng og hefur spennuna 130 kV undir álagi.

- $C_r = 9 \cdot 10^{-9} \text{ F / km} = 9 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ á línunni
- $X_L = 0,4 \text{ } \Omega / \text{ km} = 40 \text{ } \Omega$ á línunni
- $R = 0,116 \text{ } \Omega / \text{ km} = 11,6 \text{ } \Omega$ á línunni



a) Reiknaðu spennufallið á línunni.

b) Reiknaðu afltapið í línunni.