

"Víxluppsetning Kínamælinga" - aðferð til að
flýta mælingum

Karl Gunnarsson

Greinargerð KG-85-03

"Víxluppsetning Kínamælinga" - aðferð til að flýta mælingum.

Karl Gunnarsson

Inngangur

Hér er lýst aðferð til að mæla viðnámslengdarmælingu með Kínauppsetningu á fljótlegri hátt en nú er gert. Aðferðin er hér kölluð víxluppsetning, því víxlað er á milli staum- og spennutenginga í sömu rafskautsstöðu. Sem dæmi má nefna að ef þrjár pólverjar mæla með núverandi aðferð þrjár armlengdir, verða þeir að fara þrisvar yfir línuna, og í hverri stöðu eru mældar þrjár mælingar. Með víxluppsetningu geta þrjár pólverjar mælt sömu mælingu með einni yfirferð og fjórum mælingum (straumsendingum) í hverri stöðu. Ef mællínan er löng miðað við lengstu aarmlengd, nálgast fjöldi færsla $1/3$, en fjöldi mælinga $4/9$ af því sem nú tíðkast. Vel er hugsanlegt að í raun sé hægt að helminga mælitíma með nýju aðferðinni, og tækjabúnaður þarf ekki að vera umtalsvert meiri en sá sem nú tást.

Til skýringar má hér taka fram að Kínauppsetning er Orkustofnunarheiti á þeirri aðferð sem kallast "head on" á ensku. Gert er ráð fyrir að lesandi sé kunnugur aðferðinni. Pólverji er sá sem leggur út póla eða rafskaut í viðnámsmælingum.

Hugmyndin um víxluppsetninguna er að sumu leyti sótt til framkvæmdar margrás hljóðendurkastsmælinga. Þar eru mælingar gerðar í runu sem er flokkuð eftir á í svokallaðar CDP-fjölskyldur, þ.e. mælingar með mismunandi löng bil milli uppsprettu merkis og nema, sem öll hafa miðju í sama punkti. Hliðstæð runa ósamstæðra mælinga er gerð í viðnámsmælingu með víxluppsetningu, sem flokkast eftir á í sammiðja mælingar með jafnlanga arma.

Frumatriði aðferðarinnar

Grundvöllur víxlaðferðarinnar er að hver pólverji geti í hverri stöðu lagt bæði út spennumælingarbil (tvo spennupóla) og straumpól til straumsendingar. Hann leggur því út tvo víra til spennumælingar, en annan vírinn má líka nota til straumsendingar. Í hverri stöðu er mæld spenna meðan straumur fer um annan arminn og straumpól í óendanlegri fjarlægð. Hinn armurinn er ekki mældur fyrr en öll uppsetningin hefur færst sem svarar armlengd. Af þessu leiðir að ekki er mæld spenna

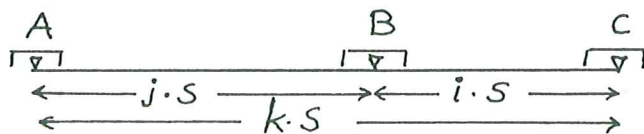
meðan straumur fer á milli armenda, en sú mæling er reyndar ekki nauðsynleg nema sem tékk á mæligæði. Samt sem áður má koma við svipuðu tékki á víxlmælingunni.

Með víxluppsetningu geta tveir pólverjar mælt einn arm (armlengd) í hverri yfirferð, þrjár þrjá arma og fjórir sex arma. Almennt gildir að

fjöldi armlengda = $i = (m \cdot (m-1))/2$,
þar sem m er fjöldi pólverja. Hér verður einkum rætt um það tilvik þegar pólverjar eru þrjár, enda er það líklega hentugast miðað við núverandi fyrirkomulag mælinga og úrvinnslu.

Víxluppsetning með þremur pólverjum og armlengdum

Mæliuppsetning með þremur pólverjum er sýnd á mynd 1, þar sem allir hafa víxlútbúnað. Pólverjar eru í pólstöðvum A, B og C, sem hafa fasta innbyrðis afstöðu þar sem $BC = i \cdot s$ og $AC = k \cdot s$, en $k = i + j$ og s er færslubíl. Nú er vani að hafa $s = 25$ m, en til einföldunar skulum við kalla s einingarlengd. Armlengdir eru því í vaxandi röð i , j og k . Í hverri mælistöðu (færslu) eru mæld 6 spennugildir, þ.e. straumur er settur milli hveirrar stöðvar og "óendanlega" fjarlægs póls, meðan spenna er mæld á hinum tveimur. Sjöunda gildið má svo mæla með því að setja andstæða straumpóla í A og C, og mæla spennu í B. Þetta síðastnefnda er einungis gert til þess að tékka gæði mælinga, þ.e. hvort tækjabúnaður virki rétt.



Mynd 1. Víxluppsetning með þremur stöðvum, A, B og C. Í hverri stöð er straumpóll á milli tveggja spennupóla.

Ef notuð eru tæki sem geta mælt tvö spennugildi samtímis, má fækka tengingasamstæðum í 4 tilvik. Þá er spenna mæld samtímis í tveim stöðvum meðan straumur er á þeirri þriðju. Þetta má sýna með tengingatöflunni á mynd 2. Röð mælinga þarf ekki að vera eins og taflan sýnir, en fjöldi straum/sepnnu-skiptinga getur ekki orðið minni, þ.e. ein skipting hjá einum pólverja og tvær hjá hinum tveimur, alls 5. Tékkmælingin er sett fyrst einungis af því að fljótlegast er að færa straumpól (í A og C), og nota má tímunn meðan fyrsta mæling fer fram til að ganga frá spennupólum.

mæl. nr.	A	B	C
1	•	⌊	•
2	•	⌊	⌊
3	⌊	•	⌊
4	⌊	⌊	•

Skýringar:
 • : straumsending
 ⌊ : spennumæling

Mynd 2. Tafla yfir mælirunu og tengingar í hverri mælistöðu.

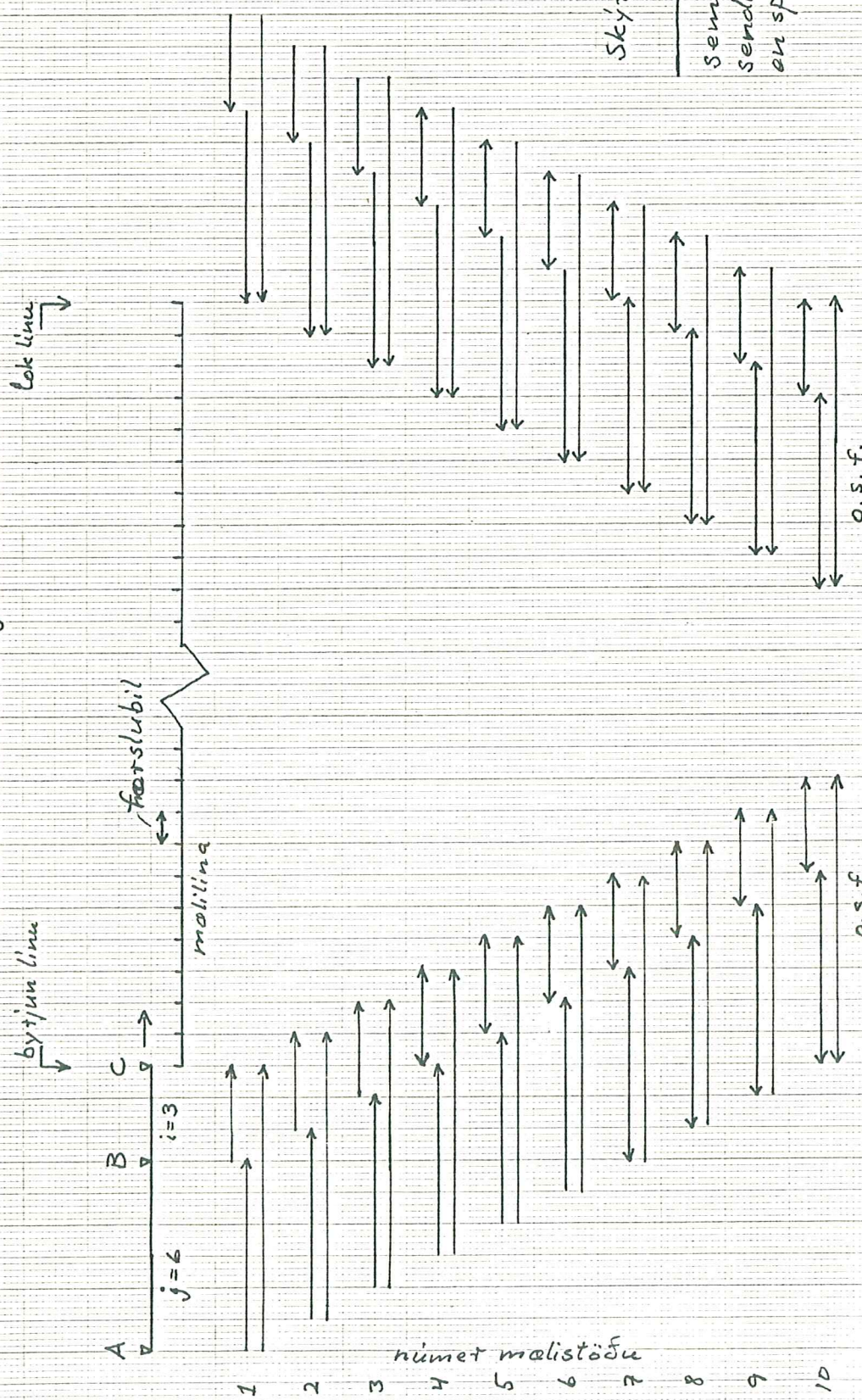
Við skulum til skýringar athuga hvernig mæling með örmum $i = 3$, $j = 6$ og $k = 9$ fer fram. Armur BC er stystur og fer á undan inn á mælilínu eins og sýnt er á mynd 3. Þar er það táknað með pílum hvernig straumur berst á milli stöðva, og mæling með hverri armlengd er ekki fullkomnuð í hverri stöðu fyrr en þegar þlur af jafnri lengd mætast þar. Það gerist ekki fyrr en búíð er að færa uppsetninguna um armlengd. Athugið að tékkmælingin er ekki innifalin í myndinni.

Á mynd 3 koma líka endaáhrifin í ljós, því að í 6 fyrstu mælistöðum er spenna ekki mæld í A, hvorki með straum í B né C, og í 3 fyrstu er ekki mæld spenna í B með straum í C. Í lok mælingar þegar uppsetningin færast út af línunni, er spenna ekki mæld í 3 síðustu stöðum í C, og í B er spenna ekki mæli í 6 síðustu stöðunum er straumur er í A. Á mynd 3 sést einnig að utan hinnar eiginlegu línu þar sem allir þrír armarnir mælast, fást aukalega þrír mælipunktur á miðarmi annars vegar, en sex á stutta arminum hins vegar utan línuenda.

Almennt gildir að ef styttri armarnir hafa lengdir i og j , og ef i armurinn fer á undan inn á línuna, fást i aukapunktur undan línubyrjunar fyrir armlengd j . Eftir enda línu fást j aukapunktur fyrir armlengd i .

Ef tékkmæling væri einnig innifalin, væri straumur sendur og spenna mæld í öllum þrem stöðvum í öllum mælistöðum, nema merkingarlaust er að mæla spennu í A í j fyrstu punktum, og í C í i síðustu punktum. Ef mælilína hefur n mælistöður og er því $(n-1)*s$ að lengd, þarf $n+i+j$ mælistöður (færslur) til að þekja hana, og þar að auki mælast stubbar af lengd i og j utan línuenda eins og áður segir. Fjöldi mælinga (straumsendinga) er $(n+i+j)*4$. Ef sama lína er mæld uppá gamla móðinn þyrfti að mæla í $3n$ stöðum (færslum) og fjöldi straumsendinga er $(3n)*3 = 9n$. Ef aukastubbarnir eru teknir með verða færslur $3n+i+j$ og straumsendingar $(3n+i+j)*3 = 9n+3*(i+j)$.

Dæmi um mælingu með örmum að lengd 3, 6 og 9 færslubíl.



Skýring:

→ mæling / þar sem sátraumur er sendur í bytjun línu en spenna mald; enda.

Armat:
 stútti (3)
 mið (6)
 langi (9)

Málningarbil kanna ýmsu atma:



Mynd 3

Til að bera saman nýju og gömlu aðferðirnar má athuga mælilínu með 40 mælistöðum, þ.e. um 1 km langa ef $s = 25$ m. Tafla 1 sýnir samanburðinn fyrir armlengdir sem samsvara 75, 150 og 225 m, og 150, 300 og 450 m. Í þessum samanburði er gert ráð fyrir að aukastubbarnir séu mjældir með báðum aðferðum, og með "mælingu" er átt við straumsendingu. Hér virðist líklegt að vinna við færslur og mælingu helmingast við venjulegar mælingar. Ef mælilína er mjög löng ($n \gg (i+j)$) nálgast hlutfallið $1/3$ fyrir færslur og $4/9$ fyrir mælingar.

Tafla 1. Samanburður á vinnu við nýju víxl-aðferðina miðað við þá gömlu. Tvennar armlengdarsamstæður eru athugaðar.

armlengdir (einingar)	fjöldi færslna			fjöldi mælinga		
	ný	gömul	ný/gömul	ný	gömul	ný/gömul
3, 6, 9	49	129	0.38	196	387	0.51
6, 12, 18	58	138	0.42	232	414	0.56

Það er mögulegt að auk flýtis við sjálfa mælinguna, geti aðferðin minnkað vinnu við ferðir, samantekt og uppsetningu. Þetta kæmi einfaldlega til af því að hlé í miðjum mælingum verða færri ef fljótar gengur við mælingu hverrar línu. Þá má einnig nefna að koma þarf ca. helmingi færri straumpólum fyrir. Þetta yrði til bóta ef erfitt er að fá gott samband fyrir straum. Ýmis konar vinnuhagræðingu mætti koma á til þess að stytta tíma við hverja færslu, og á það verður dregið í næsta kafla.

Útfærsla mælinga

Nú tíðkast að hafa 50 m bil, þ.e. tvö færslubil, milli spennupóla. Þegar einn maður færir spennu, gengur hann 75 m á milli mælinga, og 50 m til baka á meðan á mælingu stendur, alls 125 m. E.t.v. væri hægt að hafa 25 m milli spennupóla og flýta þannig færslu, en hér verður ráð fyrir því gert að notað sé 50 m bil. Við skulum einnig gera ráð fyrir mismunandi pólgerðum fyrir spennu og straum.

Að athuguðu máli trúi ég að hentugasta fyrirkomulag straum- og spennupóla sé sem hér segir: Í hverri stöðu er straumur settur í miðju, en spennupólar 25 m til hvorrar handar. Þetta má t.d. gera þannig að "spennuspóla" er höfð við annan spennupólinn en hin spólan, "straum/spennu-spóla", er við straumpólinn. Tengja má á milli þeirrar spólu og hins spennupólsins með 25 m vírbút. Pólverji sem stendur í miðju við straumpól getur því ýmist tengt beint í straumpól eða gegnum vírbútinn í spennupól.

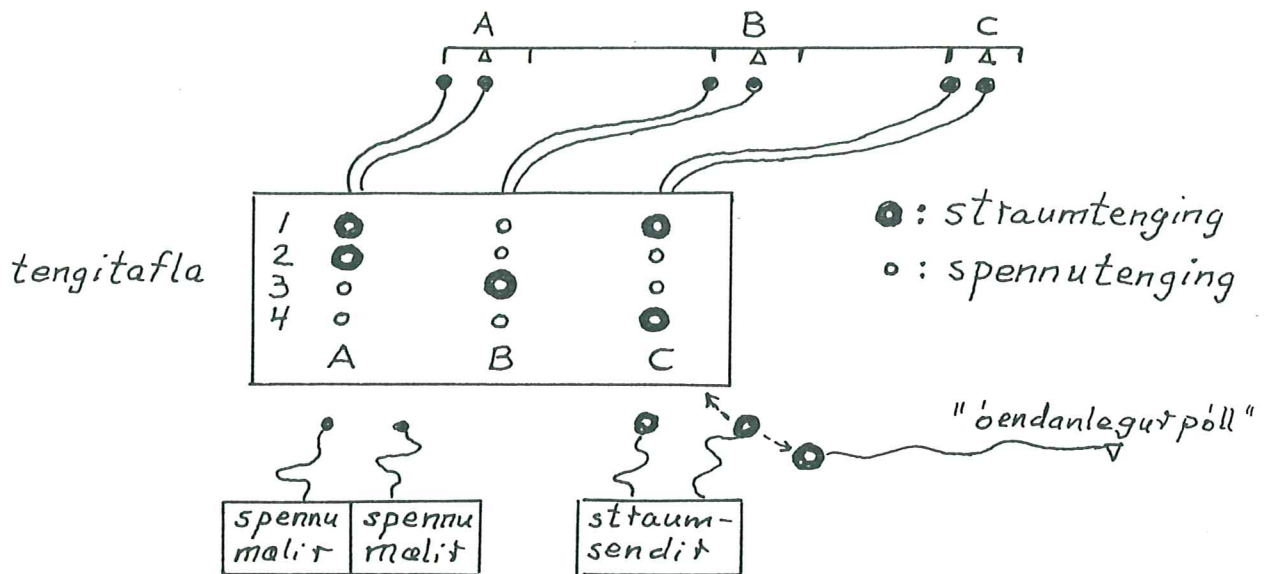
Það er þó ekki útilokað að hafa straumpól við annan spennupólinn. Ég hef ekki kannað það mál til botns, en þó er ég hræddur um að það sé flóknara og seinlegra fyrirkomulag.

Eins og fyrr var sagt eru 4 mælingar eða tengisamstæður mældar í hverri stöðu. Pólverjar gætu t.d. haft spennuspólu við aftari spennupól, straum/spennu-spólu í miðju og tengingu með vírbút áfram um eitt bil í hinn spennupólinn. Meðan pólverji þarf að skipta milli straums og spennu stendur hann í miðjunni. Eftir að síðasta skipting er gerð ganga þeir aftur að spennuspólunni. Er mælingu er lokið má færa spennuspólu og pól áfram um eitt bil, og síðan str./sp.-spólu áfram um 1 bil. Þar má tengja straum. Þá er gripið um vírbútinn og spennupól, og vírinn dreginn áfram um 1 bil og spennupóll settur niður. Gengið er eitt bil til baka að str./sp.-spólu. Þetta er alls 125 m gangur, en milli mælinga þarf að ganga 50 m til að tengja straum, en 75 m til að tengja spennuuppsetningu. Ef ekki er hægt að draga vírbútinn, má hafa hann á lítilli spólu.

Hægt er að flýta færslu nokkuð með því að nota marga póla fyrir spennu og vírstubba. Ef pólar eru lagðir niður í hvern mælistað áður en línan er mæld og vírstubbar lagðir á milli, þarf hver pólverji að ganga alls 75 m í færslu. Einnig má hafa þann hátt á að fremsti maður leggur útbúnaðinn niður en sá síðasti hirðir hann upp, og samt ganga þeir aðeins 75. Þá þarf sá í miðjunni þó að ganga 125 m.

Á tengitöflu í mynd 2 má sjá að um leið og A og C hafa tengt straum og B spennu, má byrja að mæla. A og B hafa svo frest til að klára færsluna meðan tvær mælingar eru gerðar, en C í eina. Meðan á síðustu mælingu stendur geta allir gengið af stað. Mælingarununni mætti breyta ef önnur röð reynist hagkvæmari.

Nauðsynlegt er, að fljótlegt verði að skipta um tengingar frá tækjum í vírana í mælibílnum. Tengingar verða að vera þannig að lítill hætta sé á ruglingi. Vírar mega ekki vera svo þétt saman að hætta sé á truflunum á milli þeirra. Einföld lausn á þessu máli gæti verið að smíða töflu eða spjald með tengiinnstungum til að hafa í bílnum. Þetta spjald væri eftirmynd af tengitöflunni. Á mynd 4 er sýnt hvernig þessu mætti koma fyrir, tækjum, töflu og vírum. Á töflunni eru fjórar innstungur tengdar við hvert vírapar. Tveir tvíþættir vírar ganga frá spennumælum, tveir einþættir frá straumsendi, og tengipinnar á endum þeirra. Þegar mælt er, eru tvö spennutengi og eitt straumtengi (eða eitt spennu- og tvö straumtengi) sett í samband í sömu línu í töflunni. Skipt er um tengisamstæðu með því að færa klærnar niður um eina línu. Straumtengin ættu að vera þannig gerð að þau gangi einungis í strauminnstungurnar. Þannig er minni hætta á skökkum og hættulegum tengingum.



Mynd 4. Tækjabúnaður fyrir víxluppsetningu. Sérkenni hans er tengitafla og fleiri raflínur og pólar.

Víxluppsetning með tveimur pólum.

Að lokum má minnst á að tveir pólverjar með víxlútbúnað á pólum geta mælt einn arm í hverri yfirferð um mælilínuna. E.t.v. tekur hver færsla dálítið meiri tíma, en þar á móti kemur að tvo menn þarf á pól í stað þriggja. Þetta væri einkum fýsilegt þegar fjögurra manna slúmmflokkur þarf að gera minniháttar verk við lengdarmælingar. Þá væri óþarfi að bæta aukamanni í hópinn.