

Yksinkertainen käämintäkone ja laskukaa-voja avuksi jakosuodinkelojen tekoon

Markku Kauppinen

Seuraavassa hieman omakohtaisten kokemusteni ja kokeilujeni jalostamia vinkkejä sekä muutama laskukaa-va, joiden toivon tuovan helpotusta jakosuodinkelojen tekoon.

Onko kelojen teko itse kannattavaa?

Jakosuodinkelojen tekeminen pienessä mittakaavassa ei kannata ja suosittelenkin monesti kaiutinkomponentteja vain muutamia pareja tarvitseville kääntymistä esim. Radio Duon puoleen. Kelojen tekoa itse voi puolustaa vasta, kun niitä joutuu tekemään kymmeniä vuodessa. Tällöinkin, kelojen tekemiseen menevä aika on huomattava ja materiaalikuluissa päästään vasta kustannusvas- taavuuteen suhteessa valmiina ostettuihin keloihin.

Olen koulujen teknisiltä opettajilta kysellyt että miten he ovat kelojen tekemisen teknisesti ratkaisseet ja aina pohjana on jokin porakonejärjestelmä ja ajoittaiset mittaukset induktanssimittarilla kierrosmäärien selvittämiseksi. Kierrosmääriin perustuvia mittauksia ja laskelmia en ole kuullut harrastettavan. Minkäänlaista artikkelia asian tiimoilta en ole myöskään esim. Tekninen Opettaja -leh- dessä nähnyt.

En lähde nytkään esittelemään kaavoja, joilla kelan arvon saisi juuri paikalleen "teoriassa" tietyillä kierroksilla ja tietyllä kelarungolla. Ne toimivat ainoastaan viimeisen päälle vieri viereen käämityihin keloihin. Vaikka itselläni on sveitsiläinen käämintäkone, ei sekään pysty teke- mään niin siistiä kelaä, että sen käämintätyö kelpaisi olemassa oleviin laskukaa-voihin. Tunnettujen laskukaa-vojen mukaan en ole saanut yhtäkään kelaä osumaan aikeaan arvoon.

On yleensä parempi käyttää paria kolmea tietyn ko-koista kelasydäntä ja laittaa ylös mikä kierrosmäärä vastaa mitään arvoa. Tällöin päästään oikeaan lopputu- lokseen nopeammin ja vähemmällä mittauserroilla. Omaan kokemukseen perustuvat muistiot pitävät yleensä parhaiten kutinsa. Induktanssimittari tarvitaan aina kuitenkin lopputuloksen tarkistamiseen.

Itse teen ehkä kelan tai pari silloin tällöin johonkin kehi- telmään ja aina yleensä on kysymyksessä jokin kelako- ko, jota ei kaupasta saa (tai joita saa määrissä). Mene- telmät joita käytän sopisivat kuitenkin monille keloja suurempia määriä tekeville. Myös yksinkertaisilla lasku- toimituksilla voidaan helpottaa oikeaan kelanarvoon osu- mista, varsinkin sarjan ensimmäistä kelaä tehdessä.

Itse tehty alkeellinen käämintäkone

Toinen käämintäkoneeni perusosa joka helpottaa ni- menomaan ilmasydänkelojen massatuotantoa, on kelo- jen sidontahahloilla varustetut päätyosat ja näiden väliin

tuleva kelasydän (katso kuva seuraavalta sivulta). Päädyt ja näitä keskenään yhteen puristava akseli - joka kulkee päätyjen välissä olevan kelasydämen läpi - pitää kelaä kasassa käämintätyön ajan aina siihen asti kunnes kelaä sidotaan hahloihin jätettyjen sidostarpeiden avulla (esim. nippusiteet). Sidontatyö on tehtävä tiukka. Vasta tä- män jälkeen voidaan tehty kela vapauttaa päätyjen väli- tä. Ennen tätä on tietenkin mittarilla mitaten saatava kelan arvo kohdalleen. Lisäksi kelaä kuumaliimataan tai lakataan sekä kiedotaan sähköteipillä päältä mittausten ja mahdollisen arvon "viilauksen" jälkeen. Kannattaa siis mitatessa - kelan ollessa vielä kelauslaitteessa - jättää arvo hieman yläkanttiin. On huomattavasti helpompi poistaa kuin lisätä kierroksia kelaän.

Kelaan liittyviä laskentakaavoja

Koneessani on tietenkin kierrosmäärälaskuri ja tähän liittyvä rajakatkaisin tietylle kierrosmäärälle. Ainakin kier- rosmäärälaskuri olisi hankittava, jotta tässä esittelemillä- ni laskukaa-voilla olisi jotain virkaa. Mikä tahansa mekaa- ninen laskuri jonka voi kytkeä jollain tavalla kelauslaittee- seen kelpaa. Tätä kirjoittaessani en vielä tiedä osoittaa paikkaa, josta laskurin voisi hankkia, mutta varsin mo- nella saattaa laskuri jo olla.

Kierrosten kasvaessa kelan arvo nousee aika tarkasti suhteessa kierrosten neliöön. Jos olet kääminyt 100 kierrosta ja saat arvoksi 0.5mH, saat 200 kierroksella noin 2mH, eli nelinkertaisen arvon. Jos siis saat arvoksi tietyssä vaiheessa esim. 2mH ja olet pyrkimässä 3mH arvoon, voit laskea lopullisen kierrosluvun seuraavasti.

$$K_{\text{LOPULLINEN}} = \sqrt{\frac{3\text{mH}}{2\text{mH}}} \times K_{\text{NYT}}$$

On myös tärkeä huomata että kaikki metalliset akselit ja osat kelauslaitteessa vaikuttavat induktanssiarvoon tietyllä prosenttiarvolla. Ferromagneettiseen ryhmään kuuluva rautatanko akselina lisää kelan induktanssia. Ennen kuin alat tekemään keloja sarjatuotantona, pitää laitteella tehdä ainakin yksi kela, joka pitää mitata sekä käämintäkoneessa telineineen ja porineen että siitä pois otettuna ja sidottuna. Tämä suhdeluku - joka on noin 10%...20% paikkeilla - on tämän jälkeen laitettava muis- tiin. Tämä suhdeluku pätee tämänjälkeen kaikkiin kelo-ihin, joita vastaavalla kelasydämellä teet. Siis aina kun pyrit tiettyyn induktanssiarvoon tällä kelauslaitteella, on sinun itseasiassa pyrittävä tähän esim. 10% korkeam- paan arvoon, sillä kun akseli poistetaan, tippuu kelan induktanssi vastaavasti tuon 10%.

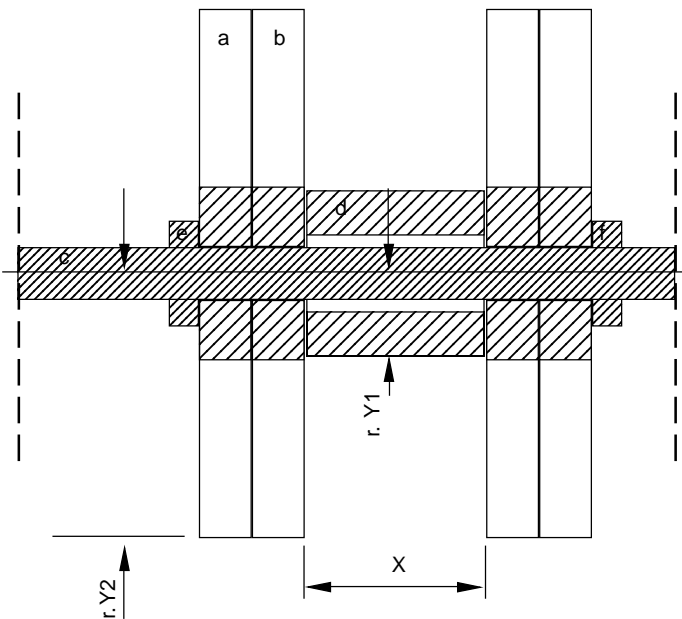
Jos mittaat esim. kelan arvoksi kelauslaitteen ulko- puolella 4.5mH ja saat kelauslaitteessa arvoksi 4.95mH on kelauslaitteesi kerroin 4.95/4.5 eli 1.1. Jos siis pyrit esim. 3mH arvoon, on sinun käämiessäsi pyrittävä ar- voon 3mH x kerroin = 3.3mH.

Poikkileikkauspiirros käämintälaiteesta

Päätylevyjen on oltava lujaa puuta tai levyä. Jos käytetään tavallista puuta, olisi hyvä jos käytetään kahta kiekkoa, jotka liimataan keskenään yhteen niin että niiden syyt liimatussa ovat 90° kulmassa keskenään (alla piirroksessa merkityt a ja b). Levyihin sahataan (vasta liimaamisen jälkeen) sidontahahlot, joiden syvyyden määrää käytetty kelasydän. Liian syviksi ei hahloja saa sahata, koska tällöin päädyistä tulee liian heikkoja kestämään tiukaksi kelattavan kuparikäämin aiheuttamaa painetta. Päätylevyjen tulisi siis olla niin paksuja kuin suinkin. Päätylevyjen välissä oleva kelasydän d puristetaan mutterilla f tiukasti kiinni. Mutteri e voidaan kiinnittää pysyvästi esim. hitsaamalla se akseliin kiinni.

Akseliksi tarvitaan pitkä katkaistu \varnothing 6-7mm pultti tai kierretankoa, joka yhdestä päästä kiinnitetään kelatessa porakoneeseen ja toiseen päähän kytketään kierros-laskuri. Kierre on sorvattava kummastakin päästä sileäksi, jotta se pyörisi nästisti telineessä. Jotta nippusiteet voisivat pyöriä esteettä, pitää akselin pituuden olla ainakin 200mm, josta telineen haarojen väliin jäävän osuuden tulee olla 150mm.

Y1 = sydämen säde, Y2 = päädyn säde, X = sydämen pituus



Kuva päätyjen tekemisestä

Kelapäätyjen lujuu-tta voidaan hieman parantaa, jos lovet päätyihin sahataan hieman vinoon (lovi syvenee kohti kelasydäntä). Jos sahaat lovet vannesahalla, saadaan kulma aikaan käyttämällä pientä palikkaa, kuten viereisessä kuvassa on esitetty. Toisessa kuvassa oikealla on valmiiksi tehdyt päädyt ja yksi kelasydän.



Kelapäätyjen mitoitus

Kelapäätyjä kannattaa tehdä pari kolme kokoa. Aina 3mH kelasuuruuteen asti riittää halkaisijaltaan 70mm kelapäädyt (Y2 = 35mm). 12mH kela vaatii jo 100mm päädyt (Y2=60mm). Nämä mitat ovat kuitenkin ohjeellisia, sillä päätyjen koot riippuvat pitkälle siitä, miten tarkasti oppilaat jaksavat käämintätyön tehdä. Varsinkin jos kelan alkupää saadaan käämittyä lähes vierä vieren, säästyy lankaa ja kelakoko pienenee huomattavasti.

Kelasydämen mitoitus

Kelasydämenä voi käyttää esim. puisesta harjanvarresta sahattuja pätkiä, joiden keskelle porataan keskiakselia varten reikä. Jos reikä ei satu aivan kelasydämen keskelle, voidaan keskitys tehdä vaikkapa tulitikun pätkiä käyttäen. Reikä voidaan siis tehdä hieman isommal-lakin poralla kuin akseli vaatii, jos poraaminen aivan sydämen keskelle ei tahdo oppilailta onnistua.

Kelasydän määrää koko kelan koon tässä valmistustavassa. Itse olen käyttänyt \varnothing 22mm harjanvarrtta, joka on varsin sopiva. Ohuempaa en suosittelukaan, koska päätylevyt hahloineen eivät muuten kestä kasassa. Suuri halkaisija taas hukkaa lankaa. Myös mitä pidempi sydän on, sitä enemmän tarvitaan kierroksia saman arvoiseen kelaan. Toisaalta liian lyhyt sydän kasvattaa lopulta käämityksen korkeuden nopeasti niin suureksi että sekin kasvattaa langan menekkiä. Paras suhdeluku käämikasan korkeuden ja leveyden välillä on noin 1:1. Itse olen käyttänyt 3mH kelan tekoon 24mm pituisia ja 12mH kelaan 35mm pituisia sydäntä (X viereisessä piirroksessa). Kierrokset ovat olleet vastaavasti 350 ja 660 kierrosta.

Kelasydän jää kelan keskelle pysyvästi ja sen avulla voidaan kela kiinnittää esim. nylonruuvilla levyille, johon jakosuotimen osat tulevat.

Käämintälaitteen teline

Tarvittava teline ei tarvitse enempää esittelyä tai piirustuksia kuin mitä seuraavat kuvat kertovat. Pöyhösen veriossa (alla kuvassa) ei ollut kuvaushetkellä laskuria tai mitään lukitusta akselille. Laskuria Pöyhönen ei käytä vielä, mutta jo pian kuvan ottamisen jälkeen tuli selväksi että akselille on parempi tehdä lukitus ainakin toiseen päähän. Painava akkuporakone kun nostaa akselin toisen pään ylös ilman lukkoa ja porakoneen käyttäjän otteen herpaantumisen saattaa johtaa kelan löystymiseen tms. onnettomuuksiin, jonka jälkeen työ on susi.

On huomioitava että kun nippusiteitä asetellaan hahloihin ja teipataan ytimen päälle, nippusiteiden lukituspään puoleista osaa (kuvassa vasemmalla) ei saa jättää liian pitkäksi. Pitkäksi jäänyt lukituspää voi yltää kelan yli jolloin nippusidettä ei voi kiristää. Olisi siis parempi että käämintäyksikkö (kelapäädyt ja sydän) lukitessa sijoitetaan telineen toiseen laitaan ja nippusiteen kärkipuolelle jätettäisiin enemmän tilaa (kuvassa oikealle puolelle).

Kuva käämintätyön alkuvaiheesta

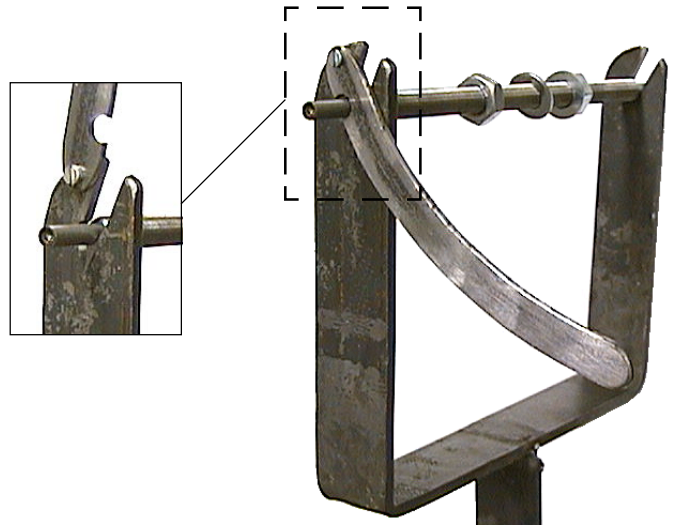


Käämintätyö ja kelan mittaus

Käämiminen onnistuu parhaiten kahden oppilaan yhteistyönä, joista toinen käyttää poraa ja toinen jarruttaa ja ohjaa lankaa. Jarrutus ja ohjaus tulee tehdä paksut hanskat kädessä tai siihen on tehtävä myös apuväline. Tärkeintä on ettei langan emalipinta vahingoitu jarrutettaessa. Kun kela alkaa kasvaa arvioituun mittaansa, täytyy kelan saamiseksi oikeaan arvoonsa tehdä välillä muutama mittaus. Kelaa ei oteta pois akselistä eikä akselia irti telineestä. On muistettava mitä aiemmin on kerrottu kelauslaitteen vaikutuksesta kelan arvoon ja sen ns. kertoimesta. Jos myös teline on metallia kuten kuvan teline, vaikuttaa myös se kertoimeen. *Vertailumittaus on parempi aina mitata ylläolevan kuvan mukaisessa tilanteessa, porineen kaikkineen.* Kun kela on mittauksen mukaan oikean kokoinen, voidaan se sitoa nippusiteillä. Vasta tämän jälkeen voidaan kela ottaa pois puristuksesta.

Kela mitataan uudestaan ja mikäli kerrointa ei ennestään ollut, saadaan se jakamalla aiemmin telineessä saatu tulos sillä tuloksella joka nyt saatiin. Tällainen vertailumittaus on tehtävä alussa ainakin kerran. Kun kerroin on kohtuullisen isolla kelalla (n. 1mH ... 10mH) kerran mitattu, on kerroin "tarpeeksi tarkka" minkä tahansa kelakoon tekoon samankokoisella sydämellä.

Kuva telineestä akselilukolla



Kuva valmiista kelasta

