

Reduktorite valiku ja hankimise praktilistest probleemidest

Masina arendaja, moderniseerija või remontija satub varem või hiljem olukorda, mil ta peab hankima õige või valima sobivate omadustega reduktori ja mootori. Kui täpset tüüpi või tooteartikli numbrit ei tea, on eksimise võimalusi palju – eri tootjad, tooteseeriad, tehniliste omaduste ja tüübikoodide virr-varr. Õige reduktori valik on kriitilise tähtsusega masina vajaliku jõudluse, töökindluse, materjalimahukuse, massi, hinna jne saavutamisel. Artiklis seletatakse lihtsalt peamisi probleeme ja lahendusi, mis reduktorite hanke- või valikupraktikas esinevad.

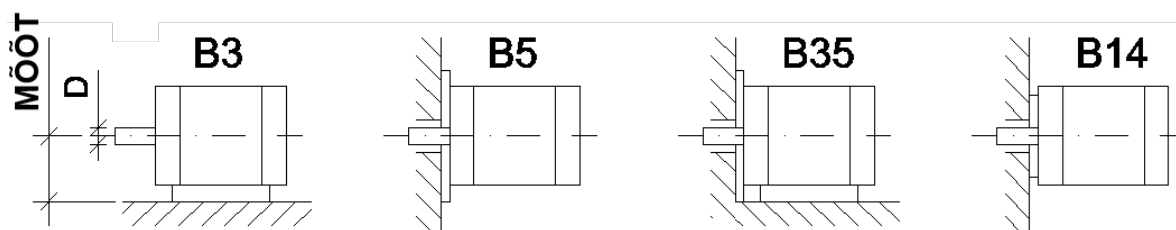
Mida teha, kui reduktor või elektrimootor läks rikki?

Kõige sagedamini pöörduakse meie poole probleemiga, et masina reduktor või mootor läks rikki, tootmine seisab ja nüüd on uut vaja.



Pilt 1. Tehisaru nägemus rikkis mootorreduktorist (ideogram.ai).

Elektrimootorile asenduse leidmine on üldiselt lihtsam, kui tegu on omavahel asendatavate IEC 60034-1, IEC 60072-1, vm standardtoodetega.



Pilt 2. IEC elektrimootorite levinumad kerevariandid: B3 – kinnitus jalgadega, B5 – suure äärikuga, B35 – jalgade ja suure äärikuga, B14 – väikese äärikuga.

Tabelis 1 on IEC standardmootorite erinevate gabariitide võllikõrgused ja läbimõõdud.

Tabel 1. IEC standardmootorite gabariidid ehk B3 kere völikõrgused ja -läbimõõdud

Gabariit, mm	D, mm	Gabariit, mm	D, mm	Gabariit, mm	D, mm
56	9	100	28	200	55
63	11	112	28	225	55 / 60
71	14	132	38	250	65
80	19	160	42	280	65 / 75
90	24	180	48	315	65 / 80

Kui aga mootor on reduktoriga integreeritud ehk tegu on mootorreduktoriga, siis esimene hammasratas võib olla mootori völlile pressitud või freesitud. Mootoril võib olla ka eriline otsakilp või see on hoopis reduktori osa. Näiteks tööpinkidel võib reduktor olla masina kesse integreeritud.



Pilt 3. Mootorreduktori esimene hammasratas võib paikneda mootori völlil.

Eriäärkuga, hammasrattaga, erivölliga või enkooderiga mootorit saab reeglina osta ainult tootja esindajalt. Alternatiiviks on rikkis mootori ümbermähkimine ja või laagrite vahetus. Mõnda tüüpi väiksemaid mootorreduktoreid müüakse ainult terviktootena. Mõnikord kasutatakse mootorreduktoritel ka B14 või B5 äärkuga IEC standardmootoreid, mille tüüpi saab vajadusel lihtsamini vahetada.

Köige tähtsam on leida artiklinumber

Reduktori või selle varuosa tellimiseks on vaja teada tooteartikli numbrit või tüübikoodi.

Artiklinumber on tootja poolt kindlale tellimusele või tootele omistatud ainulaadne number või numbritest ja tähtedest koosnev tähis. Tavaliselt sisaldab see tähist „art., code vms” ja pikka numbrite jada, millele vahel lisandub versiooni tähis, kus võib olla ka tähti. Tootjal on täpne info kõikidest materjalidest ja osadest, mis vastava artiklinumbri ja versiooniga toote koosseisu kuuluvad, kuidas osad paiknevad.

Esmakordsel tellimisel artikli- ega versiooninumbrit pole ja tuleb kasutada tüübikoodi.

Tüübikood on tähtede ja numbrite jada, mis määrab toote kõik omadused vastavalt [tootekataloogis](#) toodud koodivõtme järgi valitud omadustele. Tüübikood reduktori või mootori nimiandmete sildil võib olla täielik või osaline. Reduktormootori täieliku tüübikoodi näide on allpool.

**K_C_50_P_65_105-14_H24_F1_S_B3_BERMAR71_S_71_4p_kW0.25_B14_230/400_50_
IP55_CLF_IE2_5**

Pilt 4. Näide Trameci reduktormootori täielikust tüübikoodist, mis on koostatud 3mõõtmelise [konfiguraatoriga](#).

Varuosa tellimiseks tuleks teha loetavad fotod nimiandmete silditidest ja saata need tarnijale. Üldjuhul nimesildi andmete alusel saab uue samasuguse reduktormootori tellida.



Pilt 5. Trameci KC 50 65 tüüpi reduktormootori nimiandmete silt, kus tootekood (code) on 2232869006_7LF2NOL, ja allpool on näha õlimark Shell Omala S4 WE 320.



Pilt 6. Reduktormootori KC 50 65 (tootekood 2232869006_7LF2NOL) foto.

Esineb juhtumeid, kus reduktorile või mootorile on masina tootja või kasutaja poolt midagi lisatud või muudetud, näiteks lisaventilaator, enkooder, äärik, momenditugi, pidur vm, mille kohta nimiaandmete sildil infot ei ole. Selle probleemi aitab lahendada toote üldvaate foto, kus on kõik välised osad ja nende ruumiline asend näha.

Reduktorite tootjatel ja nende esindajatel on olemas kataloogid ja *online* [konfiguraatorid](#), mille abil tüübikoodi ja välismõõtmete õigsust kontrollida. Kui näiteks mootori tootja pole sama mis algupärasel mootorireduktoril, võib esineda väikesi erinevusi, nt mootori pikkuses, klemmkarbi asetuses vm. Kõrgema IE energiatõhususklassi mootorid võivad samal nimivõimsusel olla pikemad või suurema gabariidiga.

Kui täpselt sobivate mõõtmete jm tehniliste omadustega reduktorit kataloogides ega konfiguraatorites ei leidu, võib olla tegu erilahenduse või kohandatud tootega, mida saab osta ainult vastava masina tootjalt, kui see tegutseb ja vastavat varuosa pakub. Sellelgi poolest tasub reduktorite müüjalt hinnapakkumist küsida, eriti kui tooteid on vaja rohkem kui üks.

Mida teha, kui reduktori tüüp pole teada või seda enam ei toodeta?

Kui artiklinumber ja tüübikood puuduvad, vajalikku mudelit enam ei toodeta või tootja on tegevuse lõpetanud, tuleb leida asendus või toode remontida kui võimalik.

Asenduse otsimiseks on vaja teada algupärase reduktori, mootori ja koormusmasina tehnilisi nõudeid, et sobiv tüüp kataloogi või *online* konfiguraatori alusel või tarnija abiga välja valida.



Pilt 7. Mõnesid tootmisest maha võetud Lenze GST, GFL, GKR, GKS, GSS ja ATEX seeria reduktoreid saab veel tootja juures remontida; uues tootes kasutamiseks tuleb aga leida lähim tüüp uuemast tooteseeriast, nt [q500-H](#), [q500-S](#), [q500-B](#).

On esinenud juhtumeid, et rikkis reduktori tüübisilt puudub või on mitteloetav. Sellisel juhul on uue toote leidmisel abi fotodest ja peamistest ühendusmõõtudest. Võimaluse korral saab reduktori tarnija juurde viia, kes selle järgi võimalusel asenduse välja otsib. Ülekandesuhte saab määrata sisendvõlli pööramisega ja loendamiseга väljundvõlli 1 pöörde kohta või arvutada reduktori hammasrataste hammaste arvude alusel, kui võllid ei liigu.

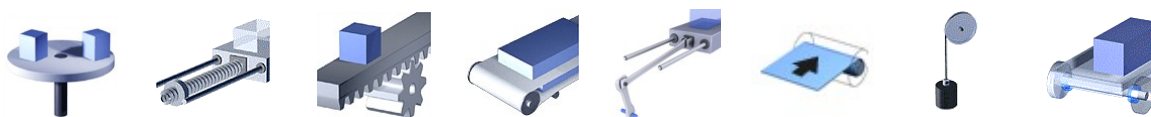
Mida on vaja teada uudsele masinale sobiva reduktori ja elektrimootori hankimiseks?

Uudsete masinate puhul on mõnikord keeruline reduktori tüüpi valida, eriti kui töomasina mehaanilised nõuded pole teada. Ebaõnnestunud valiku võimalikud probleemid: liiga kallis maksumus, liiga suured mõõtmed, ülemäärane energiakulu, väike töökindlus, purunemine, tööseisak, tulekahju, tööõnnetus, suur kulu remondiks või ümberehituseks vm. Reduktiori õigeks valikuks tuleb kliendil koostöös tarnijaga eelnevalt välja selgitada tehnilised nõuded.

Mehhaanilised nõuded

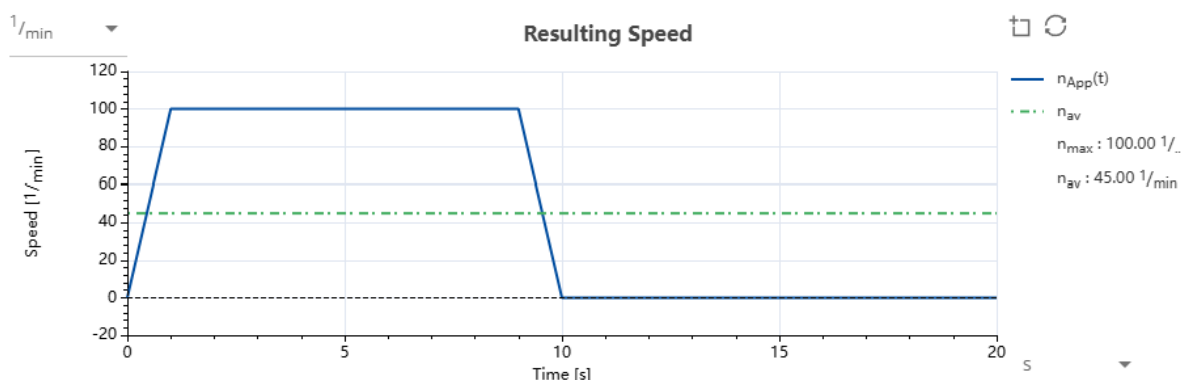
Redukti või reduktormootori hinnapäringu saatmisel võib kliendi masina arendus olla erinevas järgus. Mõni klient teab täpselt, milliseid seadmeid tal vaja on, teine ei tea veel peaaegu midagi. Enamus päringutest on vahepealsed ja kliendil on vaja mõningast tehnilist tuge elektriajami arvutusel ja seadmete valikul. Seejuures tuleks kliendil koostöös tootja esindajaga leida vastused alltoodud küsimustele.

1. Koormuse soovitud kinemaatika – nt pöördlaud, spindel, hammaslatt, konveier, vāntmehhanism, kerija, vints, lift, veoajam vm.



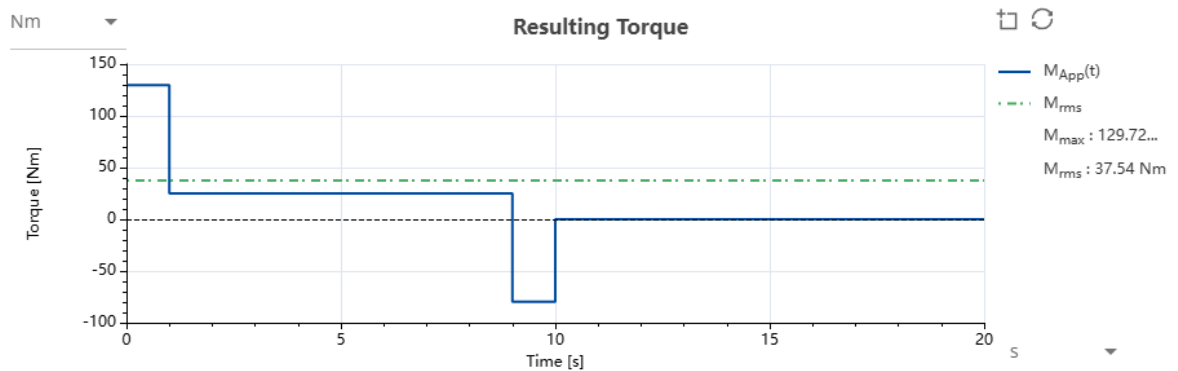
Pilt 8. Koormuse kinemaatika ikoonid – pöördlaud, spindel, hammaslatt, konveier, vāntmehhanism, kerija, vints ja veoajam – Lenze rakenduses [DriveSizing](#).

2. Väljundvõlli kiiruse ajagraafik või nõutav suurim pöörlemiskiirus, p/min.



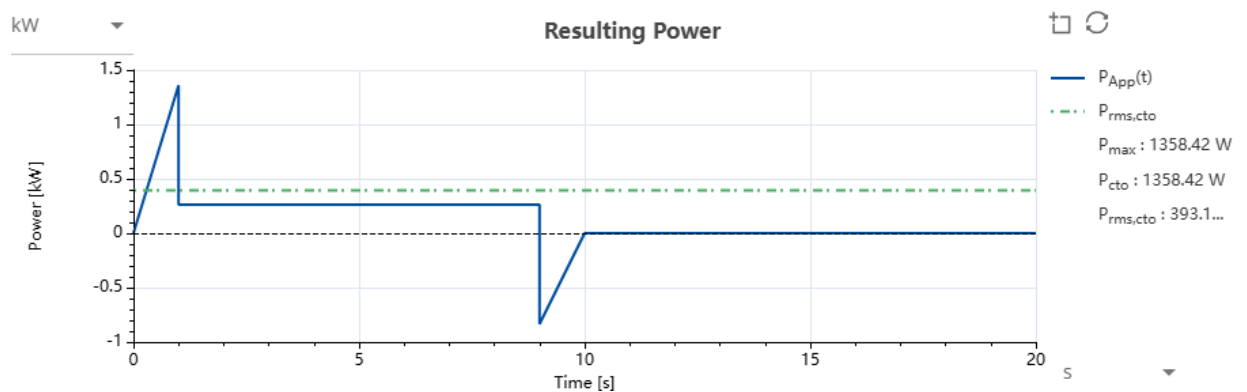
Pilt 9. Kiiruse ajagraafiku näide Lenze rakenduses [DriveSizing](#).

3. Väljundvõlli pöördemomendi ajagraafik, momendi ruutkeskmise ja suurim väärtus, N·m.



Pilt 10. Pöördemomendi ajagraafiku näide Lenze rakenduses [DriveSizing](#).

4. Mootori nimikiirus ja -võimsus, p/min ja kW, kui on teada.



Pilt 11. Mootori võimsuse ajagraafiku näide Lenze rakenduses [DriveSizing](#).

5. Reduktiori soovitud ülekandesuhe i , mis on sisend- ja väljundvõlli pöörlemiskiiruse jagatis:

$$i = n_1 / n_2 .$$

6. Teenindus- e varutegur F_s , mis on reduktori nimipöördemomendi ja töomasina nõutava pöördemomendi jagatis. F_s väärtus määratakse tabelitest masina ööpäevaste töötundide, käivituste arvu ning löökoormuse klassi alusel. Elektrimootoriga reduktori F_s on ühtlasel koormusel 1,0, pideval tööl mõõdukal löökoormusel 2,2, raskel löökoormusel peab varu olema veelgi suurem, nt 2,5. Kui reduktorit käitab sisepõlemismootor, tuleb selle pöördemomendi ebaühtluse tõttu arvestada täiendava teenindusteguriga 1,5 ühe- ja 1,3 mitmesilindrilisel mootoril. F_s väärtused leiata nt Trameci [kataloogist](#) lk 10.
7. Reduktiori sisend- ja väljundvõlli vajalik ruumiline asetus – samal teljel, rööbiti, risti, paremal või vasakul pool vm. Selle alusel saab välja valida sobiva reduktori seeria. Allpool on väike valik näiteid.



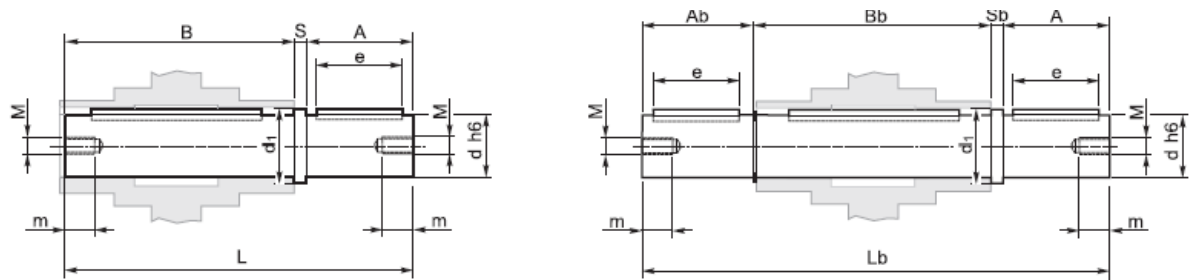
Pilt 12. Samateljeline e koaksiaalne, rööbitiste ja ristuvate völliidega reduktor.

8. Völliide vajalikud pöörlemissuunad. Pöörlemissuundade kindlaksmääramine on vajalik keerukama kinemaatikaga, nt mitme reduktoriga ülekannetes, kus vajalikku pöörlemissuunda ei saa tagada mootori pöörlemissuuna muutmisega.
9. Redukti völli völli lõtk. Vöimalikult väike lõtk on eriti oluline täppisjuhtimisega nt servo-, roboti- jm ajamites. Lõtku mõõtmiseks fikseeritakse sisendvölli ja pööratakse völli etteantud momendiga. Täpsemate planetaarreduktorite lõtk on suurusjärgus 4' - 8' (kraadiminutit), hammasratasreduktoritel kuni 20'. Toodetakse ka lõtkuvabasid [lainereduktooreid](#) ja peaaegu lõtkuvabasid harmoonilisi- e [tsükloidreduktoreid](#), mis sobivad nt robotitele.
10. Mootori ja reduktori mehaaniline ühendus – völli ja rihmarattaga, elastse siduriga, mootori B5, B14 äärikuga vm mootorreduktori lahendus.
11. Kasutatav vaba ruum mootori, reduktori ja toite- ja juhtimisseadmetele. Reduktor ja motor on masina väga olulised osad, millele peab varuma piisavalt ruumi paigaldamiseks, hoolduseks, remondiks, samuti jahutusöhu vabaks juurdepääsuks. Tuleks silmas pidada, et väikese ülekandesuhtega reduktorid on sama vöimsuse juures suhteliselt väiksemad, aeglasemad mootorid aga mõõtmel alati suuremad kui kiirekäigulised. Kõige kompaktsemad ja kõige suurema erivöimsusega (kW/dm^3 , kW/kg) on planetaar- ja lainereduktorid, mis aga maksavad rohkem kui muud reduktorid. Elektrimootoritest on sama vöimsuse juures kõige kompaktsemad kiirekäigulised pösimagnet-sünkroonmootorid. Kõige odavamad samal vöimsusel on aga enamasti 2-pooluselised asünkroonmootorid. Orienteeruvalt vöiks masinas elektrimootorile ja reduktorile ruumi varuda mitte vähem kui $10 - 20 \text{ dm}^3 / \text{kW}$. Väga tähtis on seejuures arvestada mootori ja reduktori geomeetriat, et neid saaks antud ruumi ka tegelikult paigaldada.
12. Redukti völli ja töömasina ühendus – liistuga öönesvölli, koonuspuksiga siledale völliile, elastse siduriga, rihm- või kettülekandega.
13. Redukti monteerimisasend ja kinnitus töömasinaga – jalgadega, alt, ülalt vasakult, paremalt, eest, tagant; völliäärikuga, mootori jalgadega, völliile riputatud vm.



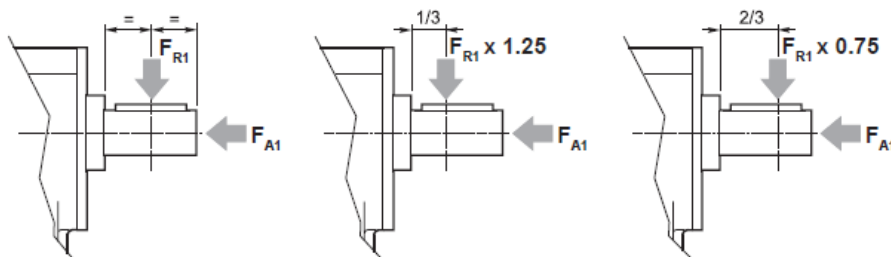
Pilt 13. Lenze g500-S seeria reduktorite vöimalikud paigaldusasendid.

14. Väljundvõlli liik – õõnes, üksik- või kaksikvõll, äärikvõll, poltühenduse, liistu või, nuutidega; vajalikud läbimõõdud, kui on teada.



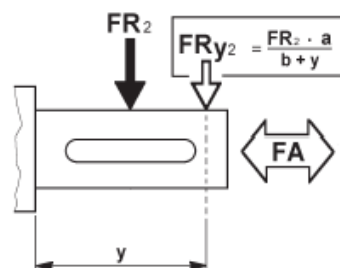
Pilt 14. Reduktori õõnesvõlli liistuga ühendatud ühepoolne ja kahepoolne väljundvõll.

15. Radiaal- ja aksiaalkoormused, mis mõjuvad reduktori sisendvõllile.



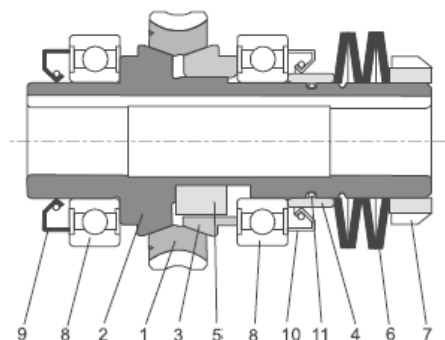
Pilt 15. Sisendvõlli lubatud radiaal- ja aksiaalkoormused F_{R1} ja F_{A1} leitud kataloogiandmetes.

16. Radiaal- ja aksiaalkoormused, mis mõjuvad reduktori väljundvõllile.

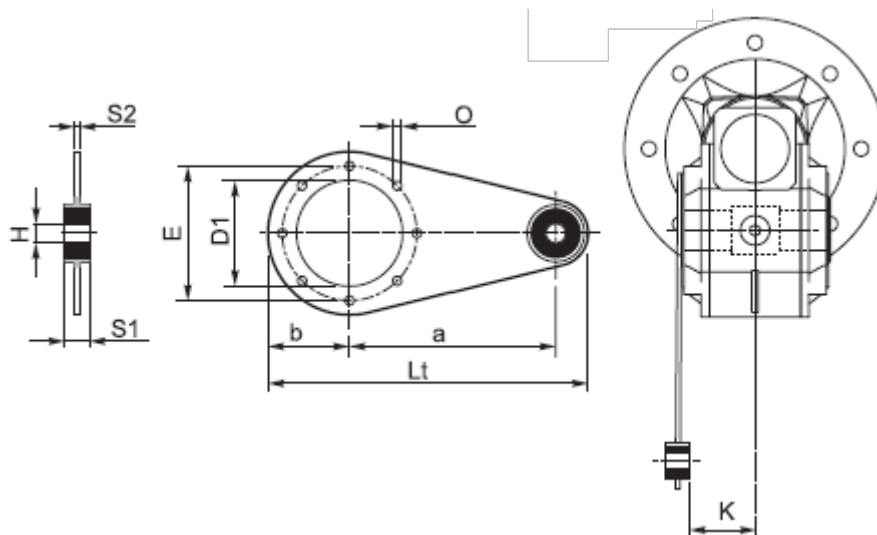


Pilt 16. Väljundvõlli lubatud radiaal- ja aksiaalkoormused F_{R2} ja F_{A2} ; tegurite a ja b väärtused antakse reduktori kataloogi tehnilistes andmetes.

17. Lisad – pöördemomendi piirik, momenditugi, väljundäärik(ud), tagasijooksu, töö- või seisupidur, enkooder, temperatuuriandurid vm.



Pilt 17. Tigureduktori momendipiiriku näide: 1 – kroonratas, 2 – õõnesvõll, 3 – hõõdrõngas, 4 – distantspuks, 5 – liist, 6 – talldrikvedru, 7 – otsarõngas, 8 – kuullaager, 9, 10 – mansettihend, 11 – rõngas.



Pilt 18. Momendituge kasutatakse koormusmasina völli kinnitatud reduktori kere pöörlemise vältimiseks.

Elektrilised nõuded

Mootori või mootorredukti valikuks tuleb lisaks nimimomendile ja -pöörlemiskiirusele kindlaks määrata ka elektrilised nõuded, nagu

1. toite vahelduv- või alalispinge, V AC või V DC;
2. toitepinge faaside arv, 1 või 3;
3. vahelduvvoolu toitesagedus, Hz;
4. toitetrafo või generatori nimivõimsus, kVA;
5. lubatud lekkevool (pistikühendusega seadmetel), mA;
6. aluseks olevad standardid ja nõutavad sertifikaadid.

Kui ajamil peab olema elektriline pidur või lisaventilaator, on vaja teada ka nende nimipingeid.

Keskkonna-, tervise- ja ohutusnõuded

Masinale mõjuvad keskkonnatingimused, nagu kõrge ja madal temperatuur, vibratsioon, löögid, müra, õhuniiskus, sademed, kõrgus merepinnast, elektromagnetilised häiringud, tolmu, mustumine, plahvatusohtlikud vm kemikaalid, tuul, UV kiirgus, floora ja fauna. Standardpinnakattega reduktoreid ega mootoreid ei tohi kasutada väga niiskes, vedelikus, soolases, söövitavas ega plahvatusohtlikus keskkonnas.

Inimest võivad ohustada masina liikuvad osad, kuumad pinnad, pingestatud elektriseadmed, nt elektrimootor või selle toiteseadmed. Masina ohutuse tagamine on iga masinatootja kohustus Euroopa Liidus jm. Keskkonna-, tervise- ja ohutusnõuete arvestamata jätmise või valesti hindamise tagajärjed: liiga kallis maksumus, väike töökindlus, rikked, tööseisak, tööõnnetus, toidumürgitus, epideemia, avarii, tulekahju, plahvatus, suur remondikulu, vigastus või surm, kahjunõuded või äri ebaõnnestumine. Redukti kasutamiseks inimeste tõste- ja transpordiseadmes peab olema tootja kirjalik kooskõlastus, kui see pole ette nähtud toote tehnilistes andmetes.

Ajamilahenduse õigeks valikuks tuleks kliendil koostöös tarnijaga teostada masina riskianalüüs, nt ISO 12100 alusel ning välja selgitada järgmised keskkonna-, tervise- ja ohutusnõuded (loetelu pole täielik):

1. **Keskkonnatemperatuuri vahemikud** masina talitlusel ja ladustamisel. Reduktorid ja elektrimootorid suudavad töötada laias temperatuurivahemikus, kuid nimiparameetrid vastavad reeglina keskkonnatemperatuurile 30 °C. Kõrgemal temperatuuril tuleb lubatud soojusvõimust vähendada u 1,5% ühe °C kohta ja õli sagedamini vahetada. Samuti võib olla vaja täiendavat jahutusventilaatorit vm meetmeid. Madalamal temperatuuril võib soojusvõimsust samas suhtes suurendada, eeldusel et on tagatud piisav jahutus ja kasutatav õli on ette nähtud kasutamiseks sellel temperatuuril. Elektrimootori mähistes tuleb miinustemperatuuridel töötamiseks paigaldada kondensatsiooni vastased küttekehad ja kasutada arktelist laagrimääret. Kõrgematel temperatuuridel on vaja F- või H-klassi mähiseisolatsiooni ja temperatuuriandureid.
2. **Vibratsioon, löögid ja müra** esinevad kõigis masinates. Eriti peaks nendega arvestama raske löökoormusega töömasinates, nagu raske koormusega vintsid, ekstruuderid, kuulveskid, hõõvelmasinad, tellisepressid, transpordivahendid jm. Reduktori võllide, hammasrataste või kere purunemisi esineb harva, kuid neid on siiski ette tulnud. Akustiline müra tehnikale enamasti ohtlik ei ole, kuid põhjustab inimestel kuulmiskahjustusi ja väsimust. Müra on väiksem kaldhammastega ja hüpoidülekannetel.
3. **Niiskus ja sademed.** Suhtelise õhuniiskuse vahemik ja vee kondenseerumise võimalus ajami töötamise või ladustamise keskkonnas peab olema teada, et saaks õigesti valida reduktori, mootori ja elektriseadmete antud keskkonda sobivad materjalid, määrdeained, pinnakatted, IP astme (nt IP 65), vihmakatte, kondensaadi vastased kütteseadmed, täiendava mähiseimmutuse jmt. Märjas või keemiliselt söövitavas keskkonnas ja välitingimustes võib olla vajalik roostevabade võllide, poltide ja laagritega ning ISO 12944 C3 - C5 klassile vastava pinnakattega mootori ja reduktori kasutamine. Kui sünteetilise õliga reduktor seisab niiskes keskkonnas kasutamata, tuleks see õliga täielikult täita, et vältida õli niiskumist. Enne kasutamist tuleks õlitase vähendada ettenähtud tasemele.
4. Elektriagamite **elektromagnetilised häiringud** tekivad peamiselt staatiliste sagedusmuundurite pinge ja voolu kõrgsagedusliku modulatsiooni mõjul. Elektrimootori kõrgsageduslikust lekkevoolust põhjustatud laagrite ja reduktori kahjustuste vältimiseks on oluline, et mootori maandus ning selle kaabli varjestus on sagedusmuunduri paigaldusnõuete kohaselt teostatud. Juhtseadmete ja andurite häirekindlus peab olema piisav, et masin suudaks oma keskkonnas häirimatult töötada. Tööstus- ja olmekeskkondade [elektromagnetilise ühilduvuse](#) nõuded on erinevad.
5. Potentsiaalselt **plahvatusohtlikus keskkonnas** tuleb kasutada selleks ette nähtud seadmeid. Neid seadmeid ja kaitsesüsteeme käsitleb [Euroopa parlamendi ja nõukogu direktiiv 2014/34/EL](#). Plahvatuskeskkond on gaasi, auru, udu või tolmu kujul esinevad tuleohtlikud ained, mis kokkupuutes õhuga moodustavad segu, mille süttimise korral levib põlemine kogu ülejäänud segule. Plahvatusohtlikus keskkonnas kasutatavad seadmed jaotatakse rühmadesse ja kategooriatesse:
I rühm – seadmed, mis on mõeldud kasutamiseks kaevanduste osades, kus on kaevandusgaasi ja/või põlevtolmu tekkimise oht;
II rühm – seadmed, mis on mõeldud kasutamiseks muudes kohtades, mida võib ohustada plahvatuskeskkond. Näiteks, keemia-, nafta- ja gaasitööstus aga ka toiduainetetööstus, kus

võib esineda tolmu plahvatuse oht.

[Plahvatusohtlikus keskkonnas](#) kasutamiseks mõeldud seadmetel peab olema lisaks tavapärastele tähistele tähis „Ex” kuusnurgas, millele järgneb seadmerühma ja -kategooria tähis.

Süüteallikas võib olla elektriline või mitte-elektriline – säde, leek, elektrikaar, kõrge pinnatemperatuur, akustiline löök, optiline kiirgus, elektromagnetlained, vm.

Plahvatusohtliku keskkonna nõuded kehtivad lisaks elektriseadmetele ka reduktoritele.

Potentsiaalseks süüteallikas võib olla reduktori kuum pind, samuti juhuslik säde võlli ja katte hõõrdumisest, siduri, piduri, momendipiiriku vm osade tööst.

6. Masina **kasutuskoha kõrgust merepinnast** tuleb arvestada piisava jahutuse ja elektrilise isolatsiooni tagamiseks hõredama õhu tingimustes. Üldjuhul mootorid ja reduktorid on ette nähtud kasutamiseks kuni 1000 m kõrgusel ja kõrguse suurenedes tuleb lubatud soojusvõimsust vähendada ja elektriseadmete isolatsiooni tugevdada. Suure kõrguse nõudest tuleb päringul kindlasti teada anda.
7. **Valdkonna erinõuded.** Toiduainete-, farmaatsia-, kosmeetika-, plasti-, värvi- ja tekstiilitööstuses, kus esineb õli tootesse sattumise, määrdumise või mikroobidega saastumise risk, nõutakse reduktorites toiduainete- või meditsiinitööstuse nn **valge õli** kasutamist, mis on sertifitseeritud puhas, värvitu, lõhnatu ning ohutu juhuslikul kokkupuutel toiduga või medikamentidega ja allaneelamisel. Mikroobidega saastumise ja kergeks puhastamiseks kasutatakse sileda pinnaga erilise **antimikroobse pinnakattega** reduktoreid ja mootoreid, nt Trameci [GHA seeria](#).

Tehnilis-majanduslikud nõuded

Masina minimaalne **hooldusvajadus**, suur **töökindlus**, pikk tööiga ja lihtne **remonditavus** on kasulikud materjalikulu ja jäätmete vähendamiseks. Väga tähtis on teada, kas reduktor on tarnitud õliga või ilma. Suuremad reduktorid võidakse tarnida kuivalt ja need tuleb enne kasutusele võtmist täita kataloogis paigaldusasendist sõltuvas etteantud mahus ja täpselt õiget tüüpi õliga. Mõne paigaldusasendi korral võib olla vajalik õlipump. Seetõttu tuleb tellimisel reduktori paigaldusasend alati kindlaks määrata. Väiksemad reduktorid tarnitakse koos eluaegse õliga, mida ei pea vahetama, kui piisab arvutuslikust tööeaast, mis on sõltuvalt reduktori tüübist ja koormusest u 20000 - 100000 tundi. Väiksematel planetaarreduktoritel õli vahetamise võimalus puudub.

Hooldus

Korrapärane hooldus tagab kasutaja ohutuse, reduktori pikema remondiintervalli ja tööea.

[Paigaldus- ja hooldusjuhendi](#) leiate reduktoritootja kodulehelt. Eriti plahvatusohtliku keskkonna seadmete korral on hooldusjuhendi täitmine kohustuslik. Hooldust tohib teostada ainult seisatud masinatel, mille käivitumine on välistatud. Ebapiisav hooldus võib lühendada reduktori tööressurssi ja põhjustada avarii, nt õli ülekuumenemise ja ebapiisava jahutuse tõttu. Reduktorite ja reduktormootorite **hooldustöödeks** on perioodiline väline ülevaatus kaitsekatete ja kinnituste olemasolu, mustumise ja õlilekete tuvastamiseks, siduri kontroll, rihmade pingsuse kontroll; välispindade ja õhutusavade puhastus, õlitaseme ja -puhtuse kontroll, õli ja õlifiltri vahetus, kui see on olemas. Erinevat tüüpi õlisid omavahel segada ei tohi. Õlivahetuse välp sõltub reduktori keskmisest töötemperatuurist ja õli tüübist. Nimikoormusel ja töötemperatuuril 65 - 80°C õlivahetuse välp mineraalõlidel on u 4000 töötundi ja sünteetilistel õlidel u 15000 töötundi. Kõrgemal temperatuuril tuleb eriti mineraalõli vahetuse välp lühendada, madalamal temperatuuril võib välp olla pikem.

Pikaajaliselt seisva reduktori võlli on soovitatav pöörata iga 4 – 5 kuu tagant, et vältida pindade korrosiooni.

Remont

Masina remondivajadusest annavad märku ülemäärane temperatuur, lõtkud, müra, vibratsioon, piduri libisemine ja kaitseeadise rakendumine nähtava põhjusega. Vigade asukohad ja põhjused võivad olla erinevad. Reduktorite ja mootorreduktorite levinumad rikked, mis nõuavad remonti: õlileke, siduri või piduri kulumine või purunemine, tigureduktori kroonratta, hammasratasreduktori laagrite kulumine, hammasrataste kulumine kuni hammaste murdumiseni, võlli liistusoone kulumine või murdumine, kinnituse purunemine, õli niiskumine või saastumine metallipuruga. Varuosade nimekirjad leiduvad vastavas tootekataloogis. Tellimiseks tuleb kataloogist leida vajaliku varuosa number ning saata see tootja lähimale esindajale koos reduktori nimiaandmete sildi fotoga.

Tuleb arvestada, et eriti väiksema võimsusega reduktorite remont võib olla aegnõudev ja mittetasuv, eriti kui see nõuab erivahendeid. Kui eesmärgiks on minimaalne remondivajadus, tuleb valida hammasratasreduktor, mis on nt tigureduktorist oluliselt vastupidavam ja energiasäästlikum.

Remonditavus. Remonditav masin peab olema kõigepealt lihtsalt lahtivõetav, mis hõlbustab selle remonti ja taaskasutust, mis samuti ühtib ringmajanduse põhimõtetega. Samas, töökindel ja lihtsalt remonditav masin on kallim ja neid ostetakse vähem nii kõrgema hinna kui pikema kasutusaja tõttu. EL Ökodisaini direktiiv (ESPR, [EL 2024/1781](#)) kehtestab toodete ökodisaini nõuded, millega tagatakse, et tooted ei vanane enneaegselt muu hulgas järgmistel põhjustel: tootjate tehtavad disainivalikud, muudest komponentidest oluliselt vähem vastupidavate komponentide kasutamine, raskused põhikomponentide demonteerimisel, remonditeabe või varuosade puudumine, tarkvara toimimise katkemine pärast operatsioonisüsteemi uuendamist või tarkvarauuenduste puudumine.

Reduktori, reduktormootori, mootorajami, nutimootori eriti aga servoajami remont võib olla keeruline ja kallis, vajada erivahendeid või teostatav ainult tootja juures. Näiteks, planetaarreduktooreid ise remontida ei soovitata. Remondi maksumus mõjutab kliendi otsust, kas toodet remontida või osta uus. Remonditavus eeldab lisaks sobivale disainile ka remondijuhendite ning varuosade saadavust. Remonditavuse tähtsus kasvab koos masina võimsuse ja maksumusega. Elektri- ja elektroonikaseadmete kohta on välja mõeldud [remonditavuse indeks](#) väärtusega 0 – 10. See arvutatakse mitmete näitajate alusel, nagu tootja pühendumus remondiks vajalike tehniliste dokumentide pikaajalisele tasuta kättesaadavusele; toote lahtivõtmise lihtsus, töövahendite vajadus ja kinnituste omadused; varuosade kättesaadavuse ja kiire tarne tagamine tootja poolt; varuosade maksumus toote hinnaga võrreldes jms. Toote remonditavust võib ka sertifitseerida.

Töökindlus, -ressurss ja hind

Kasutuse eesmärk ja intensiivsus on tootevalikul väga olulised. Vähene era- ja intensiivne professionaalne kasutus tööstuses vajavad erinevaid masinaid. Esimene eeldab lihtsat ja odavat, teine tootlikku, vastupidavat ja remonditavat masinat. Lihtsad ja odavad on tigureduktorid, kuid nende kasutegur on väike ja tööiga piiratud. Mõned tootjad pakuvad soodsaid plasthammasratastega reduktoreid. Kui koormused on õigesti valitud, siis plasthammarataste vastupidavus võib olla täiesti piisav. Tootmisseadmetesse siiski plasthammasratastega reduktoreid soovitada ei saa, v a eriti väikesel koormusel.

Reduktori vajaliku tööressursi kindlaksmääramine aitab leida parima variandi selle saavutamiseks. Kui tööea nõuded on kõrged, tuleb ka reduktor kallim, kuna selle tüüp valitakse soovitud tööea järgi.

Mida teha, kui pakutud toode või selle hind teile ei sobi?

Võib juhtuda, et teile pakutud reduktor või mootorreduktor ei sobi tehniliselt, selle hind on liiga kõrge või tarneaeg pikk. Ebasobiva pakkumise põhjuseks on sageli see, et kliendi soovid või vajadused pole pakkumise koostajale piisavalt selged. Teiseks, rakenduse tehnilised nõuded pole lõpuni välja selgitatud, seetõttu suure varuga pakutud reduktor või mootor on liiga võimas. Tegelik koormuse järgi valitud ajam töötab kõrgema kasuteguriga ja tarbib seetõttu vähem energiat. Et mootor oleks väiksem ja odavam, tuleks selle pöörlemiskiirust maksimaalses ulatuses ära kasutada.

Eri tootjate sarnaste toodete hinnad võivad oluliselt erineda. Kogenud müügiinseneridel on ülevaade oma tarnijate toodetest. Tasub kindlasti uuesti rääkida ja paremat pakkumist küsida. Näiteks, kasutades kõrgsagedusmootorit, saab hakkama väiksema gabariidi elektrimootoriga, mis on väiksem ja odavam. Kasutades integreeritud mootorreduktorit või mootorajamit, säästate seadme koguhinnas ja paigalduse maksumuses. Lisaks on komponendid omavahel sobitatud ja masina vastavushindamine lihtsam.

Planetaarreduktoritel on olemas täppis- ja ökonoomsed tüübid, mille hind erineb oluliselt. Kui teie rakendusel pole tingimata vaja nullilähedast lõtku, saate kenasti hakkama soodsama tüübiga. Ülekandesuhte valikul tuleks arvestada, et mootor saaks oma nimikiirust ära kasutada ja ei oleks vaja lisaventilaatorit.

Samm-mootorite nimikiirus on väike ja pöördemoment päris suur. Seetõttu saab neid vahel reduktorita kasutada, mis võimaldab soodsamat lahendust servomootoritega võrreldes. Muidugi, samm-mootorite võimsus piirdub mõnesaja vatiga.

Reduktoritel pakutakse mitmesuguseid lisasid, mis võimaldavad säästa terviklahenduselt. Näiteks, tugevdatud väljundvõlli koonusrull-laagritega reduktor talub mitu korda rohkem radiaal- ja aksiaalkoormust kui kuullaagritega ning võimaldab mõnikord ära jätta täiendava laagrisõlme. Teine näide: lisatav pöördemomendi piirik ei lase reduktorit üle koormata. Sama ülesande täidab veelgi paremini ka momendipiirangut võimaldav sagedusmuundur, mis võib nagunii vajalik olla. Koormuse tagasivajumist saab vältida tagasipöördekaitsega (*backstop device*). Õõnesvõlliga reduktoritele pakutakse enamasti sobivaid väljundvõlle, mis võivad olla ühe- või kahepoolised. Samuti on saada tõmmitsaid võlli eemaldamiseks.

Reduktoril võib olla teie rakenduses ülearuseid osi, näiteks [X-tüüpi](#) tigureduktori kinnituskohad, mida te ei kasuta. Valides [K-tüüpi](#) tigureduktori, kus mitte midagi ülearust pole, võimaldab jällegi soodsamat hinda suurematel kogustel. Sarnaseid valikuid leidub ka teistel reduktoritüüpidel.

Kindlasti tasub pakkujaga rääkida ka toodete kogusest, mida lähitulevikus vaja on. Masinaehitajatele ja lepingulistele klientidele kehtivad soodushinnad. Suurklientidele saab tootjalt soodushinda küsida. On olnud juhtumeid, kus hind suurkliendile on soodsam kui edasimüüja tavapärane ostuhind.

Kokkuvõte

Reduktorite käsitus õpikutes ja tootekataloogides piirdub enamasti lühikese teoreetilise osa, üldiste tööpõhimõtete, liigituse ja peamiste omadustega, millest kaugeltki ei piisa reduktori valikuks, kuna rakenduslik temaatika on äärmiselt lai. Reduktor on enamasti tellitav toode mitte riiulikaup. Selle ostmisel tuleb täpselt teada toote- või tüüvikoodi. Suur abi on mitmesugustest projekteerimistarkvaradest ja konfiguraatoritest, mis on internetis sageli tasuta saadaval. Siiski, nendega saadud tulemused ei arvesta reaalseid olusid ega keskkonna mõjusid ega optimeeri kogulahendust. Ka käesolevas artiklis ei ole kaugeltki kõiki teemasid kajastatud. Uue masina arendajal tasub kindlasti nõu pidada kogenud elektriagamite projekteerijaga, kellel on kogemused paljudest rakendustest, pakutavatest lisadest, juurdekuuluvatest seadmetest jne.



Energiatehnika OÜ esindab või müüb edasi järgmisi reduktorite tootjaid: Lenze, Vogel, Moonind (Tramec, Varmec), Neugart, HPB Motion, Nabtesco ja Delta Electronics. Info: www.energiatehnika.ee

Küsige hinnapakkumist: info@energiatehnika.ee, tel 655 1312 või kohapeal: Mäepealse tn 2, 12618 Tallinn.