

Hissi kevenee kitkaa parantamalla

Kone tarvitsee lisää pitoa hissien köyden ja vetopyörän väliin. Tavalliset suunnittelujärjestelmät eivät ymmärrä köyden toimintaa ja pyörän kulumista tarpeeksi yksityiskohtaisesti. Siksi Kone mallinsi nostoköyden lanka kerrallaan.

Janne Tervola

Hissijätti Kone haluaa parantaa ymmärrystään siitä, mikä hissiä liikuttaa – köyden ja vetopyörän välisestä kontaktista.

Kun kitka on parempi, voidaan hissikoria ja vastapainoa keventää. Käyttämällä vetopyörissä tarttuvampia uramuotoja olisi mahdollista päästä 5–10 prosentin liikkuvien massojen painonsäästöön. Asuintalohisseissä se säästää valmistukseen ja logistiikkaan tarvittavaa energiaa, ja nopeissa hisseissä saadaan säästöjä energiankulutuksessa.

Tutkimus on pieni osa sitä isoa kokonaisuutta, jolla pyritään pitämään tuotteet kilpailukyisinä myös tulevaisuudessa.

Valurautaisen vetopyörän ja teräsköyden välisen kosketuksen teorian päätyivät laskeutustieteenä vuonna 1998 uusittuun hissistandardiin, eikä niistä enää saa kilpailuetua.

Asiaa haluttiin katsoa tarkemmin kuin mihin käytetyt suunnittelumenetelmät pystyvät.

Yhtiö päätyi mallintamaan nostoköyden säikeiden ja lankojen tarkkuudella.

–Meillä on paljon kentältä tullutta kokeusperäistä tietoa, joista osa voi olla jopa 1970-luvulta peräisin. Projektin yhteydessä

päästiin tarkistamaan niitä, Koneen Petteri Valjus kertoo.

TAVOITE VAATII vetopyörän kulumiskeston parantamista.

Köysikontakti on altis kulumiselle varsinkin jos köyden voitelu ei ole riittävän hyvä. Köysivoimaerojen takia eri urat saattavat kulua eri nopeuksilla lyhentäen koko systeemin elinikää. Optimitalanteessa uran ja köyden välinen kontakti sovituu yhteen ja vetopyörän urat kuluvat tasaisesti.

Köyden ja köysipyörän kulumismuotoja on useita. Köyden vikaantumistapaan vaikuttaa myös köyden voitelu. Sama öljy vetopyörän pinnassa pitää vetopyörän kulumisen alhaisena.

Voitelusta riippuen hississä voi olla lyhytikäinen köysi tai nopeasti kuluva köysiura.

TERÄSLANGAT ON köyden valmistusprosessissa kierretty säikeiksi ja edelleen köysiksi. Langat ovat siten kaksoisspiraaleja.

Mallin avulla selvitettiin kontaktien muodostuminen lankojen välille. Samalla myös pintalankojen ja vetopyörän kontaktigeometria saatiin tarkaksi. Mallinnus tehtiin yleisesti käytettävän hissiköysikonstruktion mukaisesti.

Kulumisnopeutta päästiin simuloimaan kun kenttätestien ja mallinnusdatan

tiedot yhdistettiin.

Koneella parani ymmärrys nykyisen vetopyörämateriaalin kulumisesta ja selvisi, mitkä tekijät johtavat mihinkin vikaantumiseen.

–Projektin hienoin tulos on ohjelman sisään tehty malli, joka mahdollistaa tulevaisuudessa nopeiden kulumiskokeiden ajon millä tahansa materiaaliparilla ja tulosten nopean hyödyntämisen erilaisilla parametrijohdettujen mallien avulla, Valjus kertoo.

Testien ja mallinnuksen perusteella parhaat kitka- ja kulumisominaisuudet saatiin pinnoittamalla vetopyörät teräksellä ruis-putkilla. Reserviin jäi myös vielä kaksi uudenlaista materiaaliratkaisua.

–Onnistuimme valitsemaan ainesosat jotka ovat edullisia ja joilla saadaan muodostumaan kova kulutusta kestävä pinta ilman että köyden langat alkavat kulua nopeammin. Materiaaliparin kitka pysyi myös vähintään referenssimateriaaliparin tasolla.

Nämä yhtäaikaisesti läsnä olevat ominaisuudet tekivät pin-

noitteesta kiinnostavan, Valjus kertoo.

PROJEKTIA VARTEN Kone valmisti omia vetopyörän kulumistestereitä. Niiden kontakti ja parametrit muistuttavat oikean hissien köysi-vetopyöräkontaktia. Tuloksien saaminen niistä vie pidempään.

Pääosan kulumisanalyseistä teki Tampereen teknillinen yliopisto. VTT:n ja Koneen kokeet tuottivat myös kitkan arvoja.

MATERIAALIMALLINNUKSEN TAUSTALLA on Tekesin ja yritysten rahoittama Demapp-ohjelma. Sen kulumiskestäviin materiaaleihin ja ratkaisuihin keskittyvässä projektissa porauduttiin syvälle

materiaalien ominaisuuksiin.

Kun perinteisellä testauksella pyritään saamaan ratkaisua kulumisongelmaan, testauksen tulokset pätevät vain kyseiseen komponenttiin. Kun komponentin kokoa muutetaan, tulokset eivät enää päde. Miten testatuloksia voidaan hyödyntää myös muissa kokoluokissa?

–Pitää olla ymmärrystä materiaaliominaisuuksista. On tehtävä malli, joka vastaa todellisuutta, VTT:n tutkimusprofessori Kenneth Holmberg

kertoo.

Holmberg tutkimusryhmineen aloitti tutkimaan tribologian ja mallinnuksen yhdistämistä jo 15 vuotta sitten.

–Ensimmäiset kolme vuotta tutkimme ilman rahoitusta. Viisi-kuusi vuotta sitten muut alkoivat huomata mitä teemme. Shokki-ohjelmat antoivat lisää vauhtia. Nyt Holm-

30 vuoteen ei ole ollut niin paljon töitä kuin viime vuonna.

Kun kitkapito paranee, voidaan hissikoria keventää.



– Mallinnuksen yksi etu on myös siinä, ettei tule tehtyä käyttökohteeseen liian hyvää materiaalia, Kenneth Holmberg kertoo.

berg on kysytty puhuja maailmalla tribologia-seminaareissa.

PERINTEISET MALLINNUSOHJELMAT hankskaavat hyvin geometrian, mutta materiaaliominaisuuksien huomioiminen hyvin yleisellä

tasolla. Vaikka käytössä olisi lujuuslaskenta-
sovellus, ei ohjelma ota kantaa yksittäisten
säröjen etenemiseen, vaan suhtautuu mate-
riaaliin homogeenisena. Mallinnetun mate-
riaalin avulla päästään paljon syvemmälle.

Projektin konkreettisenä sovelluksena

syntyi VTT ProperTune -ohjelmisto, joka
hyödyntää kaupallisia ja avoimen lähdekoo-
din moduuleja. Lisäksi se hyödyntää VTT:n
tekemiä 200 ohjelmamoduulia. Paketti voi-
daan räätälöidä yrityksen tarpeisiin. Se pa-
lauttaa simuloinnin ja testauksen tulokset
sellaisessa muodossa, että yritys voi käyt-
tää sitä omissa suunnittelujärjestelmissään.

– Mallinnetulle materiaalille voidaan
luoda fem-analyysin laskentaverkko lähes
atomitasolle saakka.

SELVITYSVAIHEEN KOKEELLISTA työtä mallin-
taminen ei vähennä, päinvastoin. Malli on
varmistettava vastaamaan todellisuutta.

– Otamme materiaalin, karakterisoimme
ja mallinamme sen. Alkuvaiheen työ
on suurelta osin muuta kuin mallintamista.

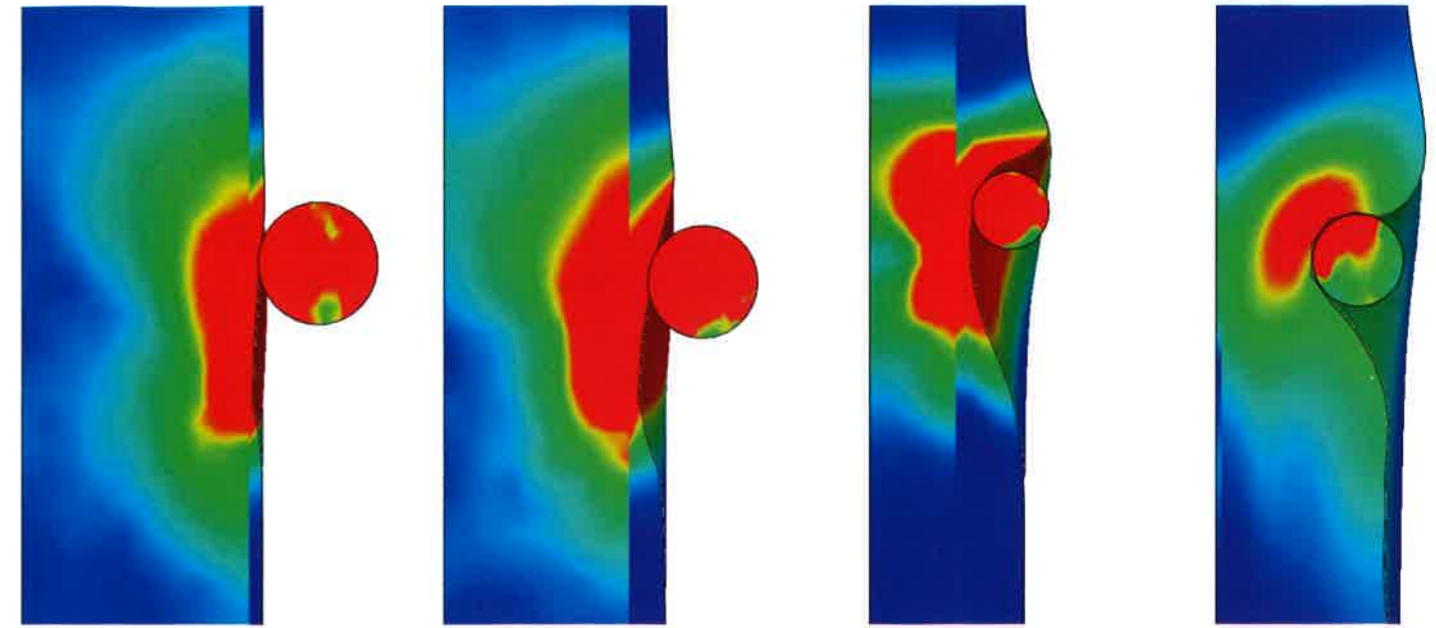
Kun materiaalmalli on saatu valmiiksi,
alkaa aikasäästöjä tulla. Mallintamalla voi-
daan myös testata materiaaleja, joita ei
vielä ole olemassakaan.

– Amerikkalaiset vannovat tilastotie-
teellisen analyysin nimeen. Jos nyt täysin
uuden materiaalin kehittäminen kestää 30
vuotta, nyt aika voidaan puolittaa mallin-
tamisen avulla.

Suurin potentiaali mallinnettavissa
materiaaleissa on tällä hetkel-
lä kaupallisissa metalleissa suu-
ren volyymin takia. Suuret edut
tulevat aikanaan komposiiteista-
kin. Kompleksisuuden takia niitä
ei ole vielä riittävästi mallinnettu.

– 30 vuoteen meillä ei ole ollut niin
paljon töitä kuin viime vuonna. Aino-
astaan pitkäaikaistestausta on vähe-
män, Holmberg kertoo. ■

Köyden eliniän määrittävät köyden
rakenne, jännitystaso, voitelu, pintapaine
vetopyöräkontaktissa ja vetopyörän
halkaisija.



Yksittäisen iskun mallinnettu jännitysjaakauma kumipinnoitteissa. Pinnoitepaksuus suurenee vasemmalta oikealle. Alla oleva materiaali on myllyn runko.

Elastisuus suojaa kulumiselta

Kumivalmistaja Teknikum etsi
Demapp-projektista kestävämpää
kumilajia jauhinmylyihin.
Projektin aikana kehitettiin uusi
testimenetelmä ja kaksi kumivariaatiota.

Myllyn sisäpinnat vuorataan vaihdet-
tavilla kumivuorauksilla. Myllyissä hie-
nonnettava materiaali voi olla malmia,
kiviainesta tai kierrätettävää kuonaa.

Myllyjen kulutusrasitus vaihtelee suu-
resti sen mukaan, missä tuotantolinjan
vaiheessa se on. Rikastusprosessin alku-
päässä partikkelit ovat suuria, loppupäässä
kohti ne pienenevät ja pyöristyvät.

Käyttökohteesta riippuen vuorauksen
vaihtoväli voi olla vuodesta jopa kymme-
neen vuoteen.

Malmien liike aiheuttaa voimakkaas-
ti hiovan dynaamisen kuorman. Raekoon
lisäksi vuorausten kulumiseen vaikuttaa
runsaasti louhittava kiviaines. Pehmeä ja
kimmoisa kumi kestää hyvin kulutusta,
mutta terävät kivet repivät sitä ja heiken-
tävät kulumiskestoa.

Jauhettava mineraali on yleensä liet-
teessä veden seassa. Vesi muuttaa kitkaa
ja kulumista, mutta sen jäähdytysvaiku-
tuksesta on hyötyä.

– Projektin yhteydessä huomattiin, että
standardin mukainen testi ei anna tietyil-
lä kumisekoituksilla oikeaa kuvaa kumin
kulumisesta. Kehitimme uuden testin, Tek-
nikumin **Mirva Mustakangas** kertoo.

Standarditestien yhdessä päämene-

telmistä pyöritetään hiekkapaperirumpua
kuminappia vasten. Testi ei ota huomi-
oon iskuja. Uusi testi on lähellä käyttöolo-
suhteita.

– Ymmärsimme syvällisemmin kulu-
tusilmiöitä ja abrasivisen ja repivän
kulutuksen eroa. Teimme kaksi uutta
kumivariaatiota.

Projektin yhteydessä kumista muodos-
tettiin kulumismalli, johon tehtiin laajoja
mittauksia ja kokeita projektiryhmällä VTT,
Tampereen teknillinen yliopisto ja yritykset
Teknikum ja Metso.

– Jatkosuunnitelmassa on selvittää,
voiko VTT:n kumimallia hyödyntää parem-
min jopa insinööriä kaluna.

Vaativia sovelluksia ratkotaan uusissa ohjelmissa

FIMECCIN VIISIVUOTINEN Demapp-ohjel-
ma päättyi viime vuonna. Vaativiin sovel-
luksiin keskittyvän ohjelman budjetti oli 37
miljoonaa euroa. Rahoittajia olivat yrityk-
set ja Tekes.

Mukana oli 26 yritystä ja viisi tutkimus-
laitosta. Siinä toteutettiin viisi projektia,
joilla oli yhteensä 18 alaprojektia.

Materiaalikehitys jatkuu Fimecc-
in uusissa BSA ja Hybrids -ohjelmissa.

Ensimmäinen keskittyy teräsiini ja kor-
roosioon, jälkimmäinen komposiittimate-
riaaleihin.

Näissä ohjelmissa teollisuuden kriit-
tisiä ongelmia ratkotaan mallinnuksen ja
kokeellisen tutkimuksen kautta. Merkittä-
vässä roolissa tässä on ohjelmien yhtei-
nen, teollisuusvetoinen Fimecc
Breakthrough Materials -tohtorikoulu,
jossa on tekeillä jo 34 väitöskirjaa.