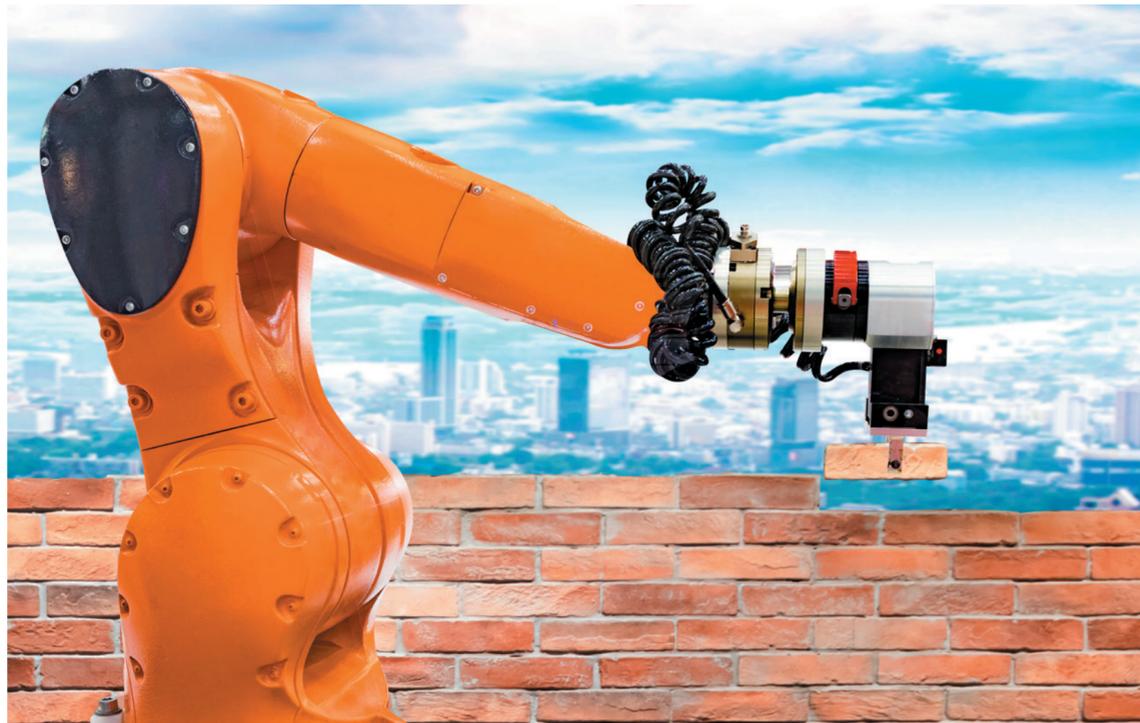


Kas ehitustööstus on robotiteks valmis?



Robotite kasutamine ehitustööstuses on olnud aastakümneid tundlik teema. Viimaks on siiski robotid ehitusplatsidel teretunud ja võtavad endale järjest rohkem tööd.

Tekst: **KAIRI PRINTS** / Fotod: **SHUTTERSTOCK**

Kujuta ette, et kõnnid mööda ehitusplatsist, kus materjalide ettevalmistamise, müüri ladumise või isegi tellingute kokkupanemisega tegeleb robotite meeskond. See võib tunduda ulme, kuid ehitusrobotite tehnoloogia areng muudab selle kiiresti reaalsuseks.

Tegelikult kasutatakse juba praegu ehitusplatsidel roboteid. Näiteks kaugjuhitavaid lammutusroboteid on rakendatud juba mitu aastat.

Robotite kasutuselevõtt ehitussektoris ei kaota kunagi vajadust inimtöötajate järele, kuid on palju võimalusi, millised tööd saaksid robotid enda peale võtta, et muuta töö ehitusplatsil kiiremaks, turvalisemaks ja sujuvamaks.

Milline on ehitussektori tulevik?

Kõige tõenäolisem on, et roboteid hakatakse tulevikus ehitussektoris kasutama koos inimtöölustega, et optimeerida nende tööd ja suurendada tootlikkust. Praegused võimalused ehitusroboti-

tega pluss kasvav tööjõupuudus viivad tõenäoliselt peagi selleni, et robotid hakkavad tegelema lihtsamate rutiinsete töödega, jättes inimtöötajale võimaluse keskenduda muudele aspektidele. Viimaste aastate jooksul on ehitustööstust vaevanud tööjõu- ja materjalikulude tõus, kliimamuutused, tervise- ja ohutusprobleemid ning muidugi ka pandeemia – kõik need on aidanud kaasa tootlikkuse langusele.

Kui teised tööstusharud on tootlikkuse suurendamiseks robotid juba tükk aega tagasi kasutusele võtnud, siis ehitussektoris on seda kõrgete käivituskulude tõttu edasi lükatud. Alles viimastel aastatel on need ehitusplatsidel oma koha leidnud, et tasapisi sillutada teed selleni, et kõige rutiinsemad ja ka ohtlikumad ehitustööd täielikult enda peale võtta.

Robotid võtavad üle ohtliku ehitustegevuse

Analüütikute sõnul ei ole teistel sektoritel kaugeltki nii palju prob-

leeme kui ehitussektoril, mis on tugevalt reguleeritud, tsükiline ja sunnitud töötama avaliku sektori nõudluse kapriiside järgi. Kuid ehitustööstus on alati suhtunud kõhklevalt robotite kasutuselevõttu.

Ehituse tulevik on inimeste ja robotite koostöö

Tänapäeval näib valitsevat üksmeel selles, et ehitussektor on stagneerunud ja ühiskonnaga sammu pidamiseks tuleb seda jõuliselt arendada. Praegu levinud ehitusrobotite Dusty ja TyBOT-i töö jälgimine annab aimu sellest, milline võiks olla robotika tulevik ehitustööstuses – tulevik, kus inimesed ja robotid töötavad koos, et teha



rohkem tööd ning seda kiiresti ja ohutult.

Samuti võitleb robotite kasutuselevõtt ehitussektoris süveneva tööjõukriisi vastu ja meelitab sektorisse juurde uusi ning noori talente, kes tunnevad end mugavalt videomängusarnaste kontrollieritega töötades, mida kasutatakse nende uute robotite juhtimiseks. Uus tehnoloogia toob ehitusplatsidel kaasa täiesti uute rollidega töötajad, nagu on juba praegu TyBOT-iga töötavad robotijuhid.

Robotid ei tõrju töölisi välja

Kuigi robotitel on kindlasti olemas potentsiaal tööliste väljatõrjumiseks, võib seda olla raske teha, arvestades tööjõukriisi, mis ehitus-

sektoris praegu valitseb. Prognooside kohaselt see ainult süveneb. Praegu ongi just õige aeg ehitussektorit robotiseerida, sest miski ju peab täitma tööjõupuuduse tekitatud tühimiku. Ehitussektoris on käimas ka uus investeerimislaaine, mis aitab robotite käivituskulusid rahastada. Ajalooliselt pole ehitustööstusel olnud teadus- ega arendustegevuse eelarvet. Riskikapital on seda muutnud ja võib arvata, et lähitulevikus näeb ehitussektoris tohutut muutust ja tootlikkuse kasvu – lihtsalt seetõttu, et ehitustööstusesse suunatakse lõpuks välisinvesteeringud uuenduste tegemiseks.

Ehitustehetöötetel võib uuendustegevate kohanemine aega võtta

Kuigi kõik uued investeeringud ning robotika ja automatiseerimisega seotud uuendused suurendavad tootlikkust ehitustööstuses, on siiski ebaselge, kui kiiresti ettevõtteid kohanevad ja robotid ehitusplatsidel kasutusele võtavad. Hirm töötajate väljatõrjumise ees võib mõned ehitustehetöötajad kõhkleva panna, isegi kui tootlikkuse ja ohutuse suurendamine seoses robotite kasutuselevõttuga on ilmselge.

Allikad: BuiltIn, ConstructConnect, Wikipedia

MIS ON EHTUSROBOTID JA KUI PALJU NEID KASUTATAKSE?

Ehitusrobotid kuuluvad tööstuslike robotite hulka ja neid kasutatakse hoonete ehitamisel ning infrastruktuuride rajamisel. Vaatamata sellele, et uute tehnoloogiate kasutuselevõtt on ehitussektoris traditsiooniliselt olnud aeglane, kasutavad nüüdseks juba 55% USA, Euroopa ja Hiina ehitustehetööstest tööplatsidel roboteid.

Enamikkü tänapäeval tööplatsidel töötavatest robotitest rakendatakse inimeste koormuse vähendamiseks, näiteks kaevetöödel ja raskete objektide tõstmisel. Kuid välja arendatud on juba näiteks ka robotid, mis paigaldavad kipsplaati.

Töötatakse välja ka roboteid, mis täidavad selliseid ülesandeid nagu välisviimistlus, teraskonstruktsioonide paigaldamine, müüri ladumine jne. Peamine väljakutse robotite kasutamisel ehitusplatsil on tööruumi piiratus.

Päikesepaneelid muutuvad järjest populaarsemaks – ja põhjusega

Eestis on üha enam hakatud paigaldama päikesepaneeli ja ehitama terveid päikeselektrijaamu. Rohepöörde ning pandeemialainete ajal tõusma hakanud ja geopoliitilise olukorra tõttu aina kallinevad elektri hinnad on muutnud päikesepaneelid üha populaarsemaks.

Päikesepaneeli saab paigaldada nii kald- kui ka lamekatustele. See artikkel keskendub lamekatusele. Lamekatustel saab ära kasutada suure osa katuse pinnast. Seepärast on just lamekatustele hakatud looma terveid päikeselektrijaamu, mille fotosid on näha ka netiavarustes ja ajakirjanduses.

Milliga arvestada?

Päikesepaneelid katusesõbralik paigaldus ei ole küll raketiteadus, kuid vajab siiski erialaseid teadmisi ja oskusi ning paljude nüansside tundmist.

Paneelid tuleb paigaldada nii, et need ei ohustaks kogu hoone konstruktsiooni, katuselahendust, ei segaks katuse sademevee äravoolu ja tagaks katusel ohutu liikumise nii katuse enda kui ka paneelide hoolduseks. Lamekatusele saab päikesepaneeli paigaldada sisuliselt kogu katuse pinnale. Meil kiputakse katusele paigaldama päikesepaneeli nii palju, kui vähegi mahub, eirates isegi elementaarset ohutust.

Päikesepaneelid on katusele, selle aluskonstruktsioonidele ja kogu hoonele arvestatav lisaraskus, mida peab arvestama juba projekteerimisel. Uusehitistel teevad seda ehituskonstruktorid, projekteerijad. Vanadel hoonetel tuleks enne päikesepaneelide kavandamist kontrollida hoone kosnruktsiooni.

Enamik meie lamekatuseid on projekteeritud ja ehitatud ainult lumekoormuse ja tavapärase hoolduskoormuse talumiseks. Sellised katused ei ole ette nähtud suurte lisakoormuste ega täiendava hoolduskoormuse talumiseks. Kuigi näiliselt ei juhtu paneelide paigaldamisega midagi, vähendab see siiski oluliselt katuse kestvust ja võib häirida selle toimimist ning hooldust. Näiteks võivad pindpaigaldised oluliselt häirida sademevee äravoolu katuse pinnalt.

Tegele katusega enne päikesepaneelide paigaldust

Katuse remont, uue kattega katmine või koguni tervenisti uuendamine on pärast päikesepaneelide paigaldust oluliselt keerukam, töömahukam, aeganõudvam ja kulukam.

Päikesepaneelide jm pindpaigaldistega koormatud katustel suureneb oluliselt hoolduskoormus ja sellest tulenevad liikumised katusel. Päikesepaneelid ja kommunikatsioonide agregaadid ise vajavad hooldust.

Pindpaigaldised kipuvad koguma katustele rohkem prahti, tolmu ja liiva, mistõttu suureneb ka katuse enda hooldusvajadus. Kui katusele tekivad lisaraskuste tõttu soovimatud lohud, hakkab sinna kiiresti tekkima raskesti eemaldatav praht, mis on kasulavaks kõikvõimalikule orgaanikale.

Kõik see mõjutab ka katusekonstruktsiooni kihte ja nende kestvust, eelkõige hüdroisolatsiooni, aga ka soojustust, kaldekihti ja aurutõket.

Madalama paigaldussüsteemiga katusekattele lähedal olevad päikesepaneelide lahendused hakkavad paneelide ja nende aluste alla koguma prahti ja tolmu, mille eemaldamine on väga raske. Eriti aktuaalne on see piirkondades, kus hoone ümber on palju kõrgeid puid, kust eralduvad lehed ja okkad moodustavad paneelide alla valle, mille eemaldamine on ebamugav, aeganõudev ja raske.

Päikesepaneelide planeerimine katusele ja katuse turvavarustus

Enne päikesepaneelide paigaldamist katusele tuleb paika panna katuse äravoolusüsteem, äravoolulehtrite, katuselepääsu- ja suitsueemaldusluukide, katuseakende ning kommunikatsioonisüsteemide asukohad.

Seejärel tuleb määratleda ohuvald ja koostada turvavarustuse või piirete projekt lahendus, mis meil üldjuhul ära jäetakse. Ilma turvavarustuse, vähemalt 1100 mm kõrguste piirete



Lattrauast paneelide alus on kohati otse katusekattel. Kinnitused läbivad katusekattet. Selline paigaldusviis on katusekattele kahjulik.



Kaablid ja juhtmed on paigaldatud vett läbilaskvatele rennidele, mis toetuvad katusele spetsiaalsetele alustele. Eesti. Kaablirennid võiks olla pealt kaetud.



Katusekatte külge paigaldatavad päikesepaneelide alused Saksamaal. Eeldab korralikku katuse kinnituslahendust.



Modifitseeritud bitumenrullmaterjali (MBR) peale MBR-lappidega paigaldatav päikesepaneeli alus. Sellise lahenduse kasutamine eeldab katuse kinnituse arvutusi.



TalTech Mäemaja päikesepaneelid on paigaldatud aluskonstruktsioonidele toetuvatele pollartitele. See tekitab küll marginaalsed külmasillad, kuid võimaldab korrektset katuse hooldust. Hoonele on kõrgeid parapetid ja seepärast ei ole vaja ka turvavarustust.

või parapettideta ei tohiks päikesepaneelidega katuseid planeerida.

Turvavarustus on tootja-keskne süsteem, kus kõik komponendid on kas sama tootja omad või tema poolt aktsepteeritud. Mingit omaloomingut selle projekteerimisel ega paigaldamisel teha ei tohi. On olemas nii kukkumiskaitse- kui ka turvasüsteeme. Lisaks ka selliseid, mis kinnituvad päikesepaneelide alustele. Näiteks on sellised Saksa tootjal ABS Safetyl (maaletootja Eestis OÜ Katusemaailm).

Turvavarustuse kavandamiseks ja projekteerimiseks peaks olema läbitud vastavad erialakoolitused

Sageli ollakse olukorras, kus turvavarustust ei ole enam võimalik nõuetekohaselt paigaldada. Kogu katus on parema energiamärgise saavutamiseks otsast lõpuni päikesepaneeli täis projekteeritud ja nende vähendamine mõjutaks hoone energiamärgist. Siis ollakse dilemma ees, kas maksta lõivu energeetikale või riskida inimeludega. Kahjuks valitakse sageli süüdimatult viimane variant ja turvavarustus paigaldatakse, kuhu mahub, arvestamata selleks vajaliku ruumi või paigalduslahendustega, või jäetakse see hoopis ära.

Päikesepaneelide paigaldus olemasoleva hoone lamekatusele

Olemasolevale katusele päikesepaneelide paigaldamisel tuleks alustada konstruktsioonide kandevõime hindamisest.

Kui see on tehtud, tuleks tellida eriala asjatundjalt katuse audit (vajadusel koos katuse avamisega). Eriala eksperdid oskavad hinnata paneelide mõjusid katusele, olemasoleva katusekatte jääkressurssi, soojustuse ja sõmlahenduste võimekust lisakoormuste talumiseks, samuti turvavarustuse lahendusi.

Vanemad katused võivad vajada ulatuslikku remonti või tervenisti uuendamist. Enamasti saab siiski olemasoleva katuse säilitada.

Mõnel katusel saab piirduda vaid uue katusekatte paigaldamisega.

Päikesepaneelide paigalduslahendused lamekatusele saab kasutada kolme erinevat kinnitusviisi:

- aluskonstruktsioonidele kinnituvate kogu katusekonstruktsiooni läbivate pollartitega;
- katusekatte pinnale ballastiga;
- katusekatte külge.

Kõikidel kinnitusviisidel on omad head ja vead.

Pollaritele võib päikesepaneeli paigaldada ka siis, kui katus ise on arvestatud vaid hoolduskoormuse talumiseks. Pollaritele saab paneelid paigaldada katusekattest oluliselt kõrgemale, mis võimaldab hõlpsalt nende alt katust puhastada. Pollarid läbivad kogu katuse konstruktsiooni ning neile tuleb teha korrektsed veeauru- ja veetihedad läbiviigid aurutõkkest ja hüdroisolatsioonist.

Hea näide on **TalTechi Mäemaja**, kus on kasutatud pollaritele toetuvad alusraame.

Katuse peale ballastiga paigaldatavate paneelide aluste puhul tuleb katusekatet kaitsta. Selleks sobivad spetsiaalsed kummimatid, mis mõnedel alustel tootjatel on komplektis. Näiteks kasutatakse SBR-kummimatte.

Päikesepaneelide aluste kinnitus katusekatte külge on erilahendus. Tavaliselt lisatakse sellistes lahendustes paneelide alustele ka raskused. Seepärast tuleb arvestada katusele langevate oluliste lisakoormustega. Peale selle tuleb katusekatte kinnituse lahendus teha, arvestades päikesepaneelidest tekkivate tuulekoormustega.

Artikkel on valminud **Evri Ehitus OÜ** ja **Alo Karu** koostöös. **Foto:** Alo Karu

evari.ee