

# Kolektyvinių darbo priemonių panaudojimas projektuojant suvirintus sujungimus

Tomas KAMINSKAS, Genadijus KULVIETIS, Leonas KEBLAS (VGTU)

el. paštas: tomas.kaminskas@me.vtu.lt

## 1. Įvadas

Projektuojant suvirintus sujungimus ir konstrukcijas dažniausiai yra naudojamos universaliaios kompiuterinio projektavimo sistemos. Tačiau jos gana paviršutiniškai orientuotos į suvirintų sujungimų projektavimo specifiką. Projektuotojui, ne suvirinimo srities specialistui, yra keblu suprojektuoti kokybišką suvirintą konstrukciją, kuri atitiktų ir konstrukcinius ir technologinius reikalavimus. Dar yra naudojamos taikomosios kompiuterinės programos, kuriose daugkartinis algoritmo panaudojimas, sprendžiant tipinius uždavinius, duoda tipinius atsakymus, o pats algoritmas nesikeičia, nes turi standžią struktūrą. Jomis galima spręsti skaičiuojamuosius uždavinius, kuriuose rezultatas gaunamas matematiškai apdorojant skaitinius duomenis. Tačiau daugumą suvirinimo uždavinių yra labai sunku aprašyti skaitinėje formoje. Dažniausiai tai būna operacijos atlikimo eiliškumo parinkimas, suvirinimo būdo, įrangos, medžiagų ir t.t.

Todėl vis labiau domimasi ekspertinėmis sistemomis, kuriose naudojamos kolektyvinio darbo programinės priemonės. Tokios ekspertinės sistemos leidžia automatizuoti daugelio skirtingų uždavinių, t.y. projektavimo, konstravimo, diagnostikos ir kt. sprendimą; atsiranda galimybė, pasitelkiant tinklo teikiamus privalumus, efektyviai bendradarbiauti kuriant projektus.

## 2. Ekspertinės sistemos architektūra

Esamos ekspertinėse sistemose duomenys, skirti joms funkcionuoti dažniausiai yra fiksuoti. Tačiau didesnė dalis duomenų nuolat kinta (standartai, normos, medžiagos, įranga ir pan.) arba gali būti iš viso nežinomi. Intelektinėje sistemoje, naudojant kolektyvinio darbo programines priemones, vykdoma analogų paieška ir rezultatų kaupimas. Taigi sistema nuolat atsinaujina ir tobulėja. Joje svarbiausi yra procesų kompiuterizavimo darbai: žinių bazės atskiriems etapams ir visam procesui kūrimas (intelektiniai algoritmai), projektavimo aplinkos modeliavimas (normos, medžiagos, technologijos).

Projektuojant ekspertinę suvirinimų sujungimų projektavimo sistemą pasinaudota IBM programiniu produktu Lotus Notes & Domino, skirtu kolektyvinio darbo priemonių projektavimui.

Viso darbo sėkmę lemia informacija, reikalinga sudarant naujo sujungimo technologiją, parenkant įrengimus ir medžiagas, o vėliau ir vykdant suvirinimo procesą.

Šie uždaviniai yra labai painūs ir prieštaringi. Technologijos rengimą pastaraisiais metais apsunkino ir pasikeitusi situacija suvirinimo medžiagų ir įrangos rinkoje, kurioje smarkiai auga jų pasiūla. Be to, suvirintiems sujungimams būdinga labai sudėtinga konstrukcija, bei didžiulė naudojamų medžiagų įvairovė.

Kolektyvinių darbo priemonių panaudojimas suteikia naujas galimybes projektavimo sistemoms (1 pav.):

- 1) galima prisijungti prie ekspertinės sistemos serverio esant toli nuo jo;
- 2) duomenų bazė pastoviai yra papildoma naujausia ir aktualiausia informacija;
- 3) vartotojas bet kuriuo momentu gali prisijungti ir pasinaudoti ekspertine sistema ir duomenų baze;
- 4) galimas daugelio vartotojų prisijungimas vienu metu.

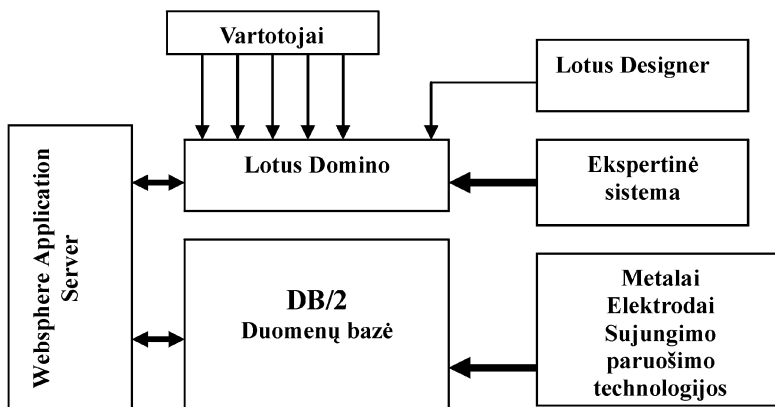
Tai užtikrina greitą ir tikslų technologijos paruošimą, atsižvelgiant į greitai besikeičiančias sąlygas.

Suprojektuota ekspertinė sistema pagal įvestą užduotį (metalo storį, jungties tipą, paruošimo rūšį, suvirinimo padėtį, pagrindinę medžiagą) parenka reikalingus suvirinimui technologinius parametrus (ėjimų skaičių, pridėtinio metalo storį, srovę, srovės rūšį bei poliškumą, įtampą ir kt.). Ekspertinė sistema funkcionuoja taip, kad vartotojui pateikus užduotį, jis instruktuojamas apie darbų atlikimo technologiją, o atsiradus suvirinimo problemoms, siūlomos rekomendacijos, kaip jas pašalinti arba pataisyti defektą, bei informacija apie jų atsiradimo priežastis.

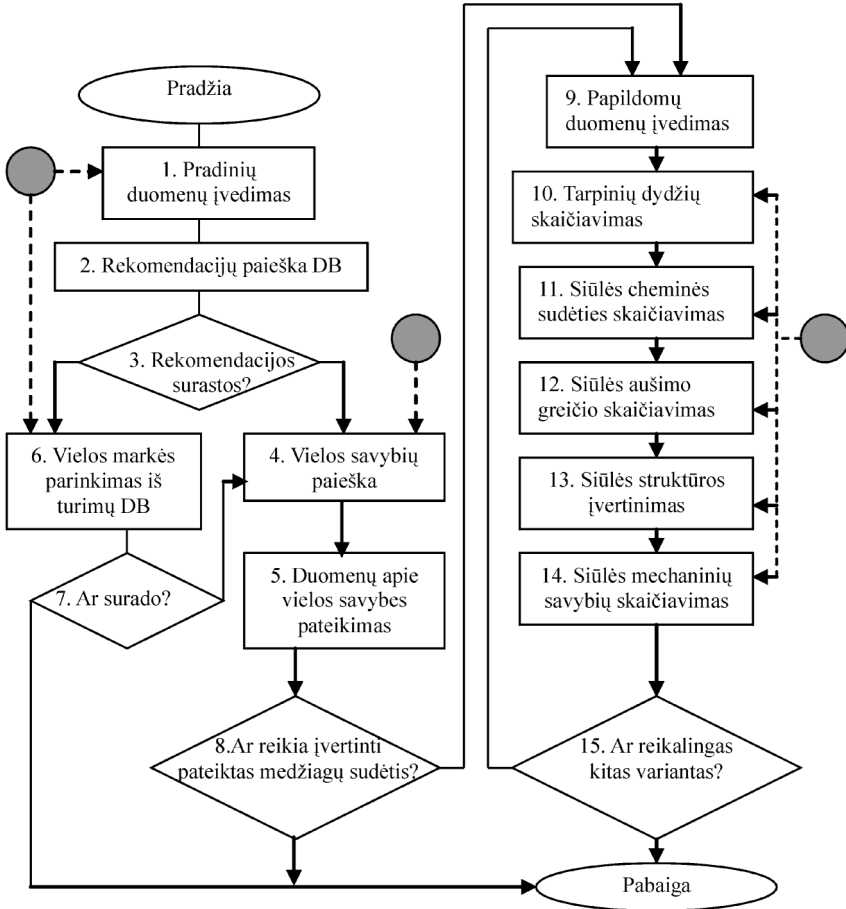
Apžvelgsime pateiktos ekspertinės sistemos veikimo algoritmą, suvirinimo vielos parinkimo pavyzdžiu (2 pav.).

Tradicinės projektavimo sistemos apsiriboja pirmais 5 blokais (1–5 blokas). Vartotojui užklausus, sistema duomenų bazėje (2–4 blokai) vykdo paiešką ir rezultata pateikia ekrane (5 blokas). Jei pasirinktam plienui duomenų bazėje nėra suvirinimo vielos, sistema apie tai informuoja vartotoją (6 blokas).

Tokia uždavinio sprendimo schema yra paprasta, tačiau ne visuomet tenkina vartotoją, nes teikiamos rekomendacijos yra nevienareikšmės arba netikslios. 2 pav. (6–9 blokai) pateikiama sudėtingesnė – intelektinė – šio uždavinio sprendimo schema.



1 pav. Informacijos valdymas suvirintų sujungimų projektavime.



2 pav. Suvirinimo vielos parinkimo algoritmas.

Tarkime, kad norėdamas priimti sprendimą, vartotojas turi turėti informaciją apie siūlės metalo struktūrą ir savybes. Šiuo atveju teigiamai atsakius į 8 bloko klausimą, vartotojui pasiūloma papildomai įvesti duomenis, kurie nurodomi 9 bloko komentaruose. Išėtiniai parametrai (siūlės metalo savybės ir struktūros charakteristikos) dažniausiai apskaičiuojami empirinėmis formulėmis.

Dialogo metu galimi neapibrėžtumai, kyla eilė klausimų, kuriuos sprendžiant reikia pasinaudoti dideliu žinių kiekiu. Sprendimo procedūra atliekama ne vienu veiksmu, o suskaidoma į dalis. Dialogo metu visus sprendimus priima vartotojas.

2 pav. punktyrinėmis linijomis pavaizduotas vartotojo darbas kompiuterinėje sistemoje. 15 blokas palengvina iteracijų atlikimą ieškant optimalaus sprendimo.

Kompiuterinis algoritmas yra artimas žmogiškajam, sistema kopijuoja žmogaus veiksmus. Taip pat eksperto žinios perduodamos sistemai, o sistema perduoda vartotojui. Ši dviguba funkcija pavaizduota 2 pav. ryšiu tarp blokų 7 ir 1–6.

Pagal atsakymus į klausimus programa išrenka ir pateikia tinkamus technologinio proceso parametrų variantus, kad inžinieriui būtų lengviau parinkti reikiamus suvirinimo parametrus.

Dažniausiai būna daugiau nei vienas pateikiamo atsakymo variantas, todėl programa pateikia vartotojui kelis parinktų technologinių sprendimų variantus. 3 pav. yra pateikiamas dialogo seansas, projektuojant suvirintą sujungimą. Vartotojas atsako į klausimus, aprašančius suvirinto sujungimo išėjinius parametrus.

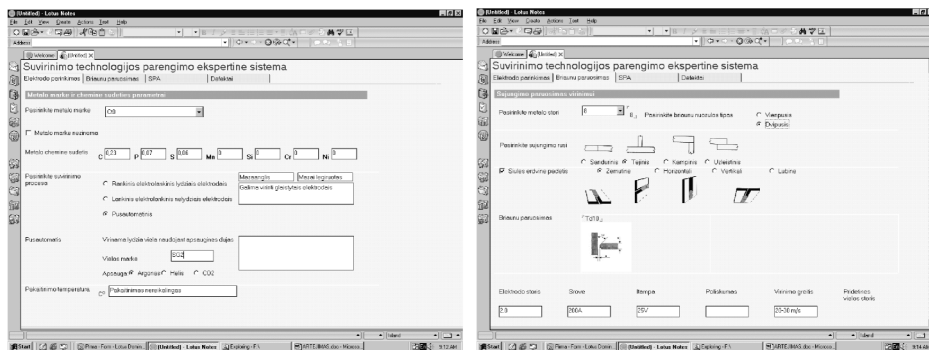
Ekspertinė sistema duoda visą paruošimo proceso bei suvirinimo instrukciją ir vartotojas gauna kelis parinktus variantus. Jis gali atsispausdinti pirminius duomenis ir programos rekomendacijas, saugoti rezultatus faile, nusiųsti kolegai, koreguoti įvedimą, gauti paaiškinimą, kodėl programa priėjo prie būtent tokios išvados arba gali grįžti atgal, į pagrindinį meniu, ir pradėti naują konsultaciją.

Jeigu suvirintame sujungime atsiranda defektas, tai ekspertinė sistema duoda patarimą-rekomendaciją kaip jį pašalinti arba pataisyti. Sistema gali koreguoti mechaninių deformacijų, karštųjų ir šaltųjų įtrūkimų siūlėje, įplovų, rumbelės nelygumų, nepravirinimo, porėtumo atsiradimą.

Kad galėtų pateikti teisingą rekomendaciją, sistema prašo defekto aprašymo ir po to, kai surenka būtiną informaciją, pateikia rekomendacijas.

Jeigu defekto nėra, bet suvirinimo siūlė atrodo nekokybiška arba proceso parametrai nestabilūs, tai sistemos segmentas "defektai" pateikia atitinkamas rekomendacijas kartu su išorinio suvirinamos siūlės vaizdo aprašymu, lanko tipo ir siūlės formos vaizdu.

Šiame ekspertinės sistemos kūrimo etape kaip papildoma priemonė jau yra suprojektuota galimybė ekspertinės sistemos parinktus duomenis pateikti suvirinimo procedūrų aprašo (SPA) blanke, kuris atitinka Lietuvos Respublikos standartus LST EN 288-2+AI: 1998, bei Europos Sąjungos standartus EN 288-2: 1992. Programa pilnai užpildo šį langą pagal ankstesniuose dialogo languose esančius duomenis. Šie duomenys detalizuoja pasiruošimą suvirinimui su visais ruošinių matmenimis, ėjimų skaičiumi, įtampa, suvirinimo srove, vielos padavimo greičiu, suvirinamos detalės judėjimo greičiu, apsauginių dujų tipu, jų išeiga. Tai automatizuoja pasiruošimą su-



3 pav. Ekspertinės sistemos dialogo langas.

virinimo darbams, paspartina technologinių parametų vienam ar kitam suvirinimui parinkimą, bei pakelia suvirinimo darbų našumą.

### 3. Išvados

Taikant informacinės technologijas galima optimizuoti suvirinimo procesus. Todėl buvo sukurta ekspertinė sistema, kuri teikia instrukcijas suvirinimui pagal pateiktą užduotį, o esant defektams – rekomendacijas, kaip juos pašalinti. Kadangi projektuotojui labai svarbu turėti galimybę naudoti ir valdyti informaciją, todėl taikant kolektyvinio darbo priemonės pavyko praplėsti bazinės ekspertinės sistemos funkcijas. Ekspertinė sistema duoda visą paruošimo proceso bei suvirinimo instrukciją ir vartotojas gauna kelis parinktus variantus. Vartotojas gali atsispausdinti pirminius duomenis ir programos rekomendacijas, saugoti rezultatus faile, koreguoti įvedimą, gauti paaiškinimą, kodėl programa priėjo prie būtent tokios išvados arba gali grįžti atgal, į pagrindinį meniu, ir pradėti naują konsultaciją. Taip pat ekspertinė sistema leidžia neribotai plėsti žinių ir duomenų bazes, keistis informacija bei efektingai bendradarbiauti kuriant, naudojant ir valdant informaciją su kitais šios srities specialistais

### Literatūra

1. *Artificial Intelligence in Enrineering Design: Design Representation and Models of Routine Design*, Voll (1992).
2. A.V. Valiulis, *Specialūs suvirinimo metodai*, Technika, Vilnius (1993).
3. A. Bargelis, *Mechanikos gaminių gamybos automatizavimas*, Technologija, Kaunas (1996).
4. D. Chamberlin, *DB2 Universal Database*, Morgan Kaufman Publishers Inc., San Francisko, California (1998).
5. P. Jackson, *Introduction to Expert Systems*, West Group, Rochester NY (2001).
6. C. LeBacq, Y. Brechet, H.R. Shercliff, T. Jeggy, L. Salvo, Selection of joining methods in mechanical design, *Materials and Design*, **23** (2002).
7. P.G. Maropoulos, Z. Yao, H.D. Bradley, K.Y.G. Paramon, An integrated design and planing environment for welding, *Journas of Materials Processing Technology*, **107**, 3–8 (2000).
8. K.A. Persson, *Welding and Cutting Beyond the Year 2000*, Svetsaren (1999).

### SUMMARY

#### ***T. Kaminskas, G. Kulvietis, L. Kebłas. Knowledge management in the desing of welding joints***

In the process of welding the objective and subjective factors areexisting and the defects of welded joints may occur under their influence. The higher level of welded joints can be reached while using the weld joint design on the computer based programme. The expert system and it stucture of non-defect design of welded joints has been reviewed in the work. The programme helps to select the optimal welding parametres and allows decreasing of objective and subjective defects to occur as well as correcting welding arametres if any defect occurs.

*Keywords:* knowledge management, database, expert system, non-defective design, database system, welding joints.