

# PROJEKTIMI I SIPERFAQEVE TË TRUPIT TË ANIJES NËPËRMJET PËRDORIMIT TË TEKNIKAVE MODERNE TË MODELIMEVE GJEOMETRIKE DESIGN OF SHIP HULL SURFACE USING MODERN MODELLING TECHNIQUES

**BLENARD XHAFERAJ<sup>a\*</sup>, VLADIMIR KASEMI<sup>a</sup>, MIRELA DUKA<sup>a</sup>**

Faculty of Technical Science, University of Vlora "Ismail Qemali", Vlora, Albania

Email: blenardxhaferaj@yahoo.it

## PËRMBLEDHJE

Projektimi i anijes është proces i vështirë dhe i komplikuar, që arrin të përcaktojë të gjitha të dhënat e nevojshme mbi bazën e të cilave kantieri detar mund të fillojë procesin e prodhimit. Projektimi i sipërfaqeve të trupit të anijes është dhe moduli kryesor i këtij procesi. Objektivi kryesor i procesit të modelimit të sipërfaqeve të trupit të anijes është ndërtimi i sipërfaqeve, që duhet të respektojnë kërkesat e porositesit, të përmbushin kërkesat e shoqërive të klasifikimit, të jenë sa më të thjeshta për prodhim dhe të realizohen në kohë sa më të shkurtër. Në këtë artikull do trajtojmë se si konceptet dhe metodat e modelimeve gjeometrike mund të ndihmojnë projektuesit për projektimin e sipërfaqes së trupit të anijes.

**Fjalë çelës:** Projektim anije, prodhim anije, sipërfaqe anije, modelim gjeometrik.

## ABSTRACT

Ship Design is a difficult and complicated process that defines all the necessary data on the basis of which the shipyard can begin the process of production. The design of the ship hull surface is the main module of this process. The main objective of the ship hull surfaces modeling process is the generation of surfaces, which have, to respect the requirements of the ship-owner, to satisfy the requirements of ship classification societies, to be as simple to manufacture and realized in a shortest possible time. In this article will concentrate on the problem of how concepts and methods of geometric modeling can help naval designers and shipbuilders for the design of the ship hull surface.

**Key word:** Ship design, ship production, ship surface, geometric modeling, CAD

## 1. HYRJE

Për të vlerësuar se përse modelimet gjeometrike dhe aplikimet kompjuterike luajnë rol të rëndësishëm në industrinë e ndërtimit të anijeve, fillimisht duhet kuptuar natyra e kësaj industrie dhe funksionet bazë të kantierëve të ndërtimit të anijeve. Anije-ndërtimi është biznes ndërkombëtar dhe industri shumë konkurrenente. Suksesi i kantierëve detare shpesh matet me aftësinë për të ndërtuar tipin e duhur të anijeve, në kohën e duhur dhe çmimin e duhur. Koha është faktor shumë i rëndësishëm pasi anijet porositen për të hyrë në treg në momentin e duhur. Mangësitë në një prej këtyre faktorëve mund të çojnë në vështirësi shumë të mëdha, madje deri në falimentimin e aktivitetit. Prandaj procedurat e projektimit të anijes duhet të jenë shumë të sofistikuara, për gjetjen e zgjidhjes optimale. Nga ana tjetër, organizimi i aktiviteteve të kantierëve detare duhet bërë me kujdesin më të madh që të sigurohet rendimenti maksimal i prodhimit. Kështu industria e anije-ndërtimit varet nga eficaenca e kantierëve të veçanta, që nga ana e saj varet nga një numër i madh faktorësh. Këta faktorë përfshijnë pasjen në dispozicion të pajisjeve të përshtatshme dhe kapitaleve të mjaftueshme, aftësive drejtuese, forcës punëtore, shkallës së kualifikimit teknik dhe mundësive që ka kantieri për aplikimin e teknikave moderne të projekteve industriale (modelimet gjeometrike dhe aplikimet CAD).

## 2. MATERIALI DHE METODAT

### 2.1. Modelimet gjeometrike dhe inxhinieria

Modelimet gjeometrike janë metoda të cilat merren me paraqitjen matematikore të lakoreve dhe sipërfaqeve të trupave të ngurtë dhe zbatimin e programeve kompjuterike që ndeshen në modelimet gjeometrike. Objektet inxhinierike që kanë interes janë të një rangu shumë të gjerë, nga pjesët e thjeshta

mekanike deri në objektet komplekse si anijet, automobilat, aeroplanët, turbinat, fletët e helikave etj. Sipërfaqet e trupit të anijes duhet të projektohen në mënyrë që të minizojnë fërkimin dhe maksimizojnë mbajtjen. Gjithashtu ato duhet të kënaqin edhe kufizime të tjera për t'i garantuar anijes përmbushjen e kërkesave projektuese shumë të rëndësishme si: peshëmbajtja e ngarkesave dhe stabiliteti i saj. Në rastin e anijeve luksoze tip *Yahti* ato duhet të përmbushin edhe disa kërkesa specifike për sa i përket estetikës së jashtme.

Në këtë mënyrë inxhinierët e anijeve përballen me problemet e përcaktimit të formave të sipërfaqeve të trupit të anijes, forma të cilat zakonisht nuk njihen paraprakisht, por për përcaktimin e tyre ndiqen procedura projektimi të tipit të përsëritshëm, të cilat përfshijnë:

- krijimin e formave duke u nisur nga kërkesat e projektimit;
- analizën dhe modifikimin e formave me synim përmirësimin e tyre deri në arritjen e projektit optimal, që kënaq të gjitha kërkesat e projektimit dhe minimizon kostot e prodhimit.

Metodat e modelimeve gjeometrike synojnë paraqitje të plotë dhe të qartë të objektit, në mënyrë që ky objekt të:

- paraqitet dhe modifikohet lehtësisht;
- rritet në kompleksitet;

- konvertohet në objekt që mund të analizohet me kompjuter.

Disa prej formave të modelimeve gjeometrike janë: *modelimi skeletor*, *modelimi sipërfaqësor*, *modelimi i trupit të ngurtë*.

Në të gjitha kohërat ëndrra e arkitektit të anijes ka qenë ajo që mbi bazën e disponimit të kuadrit të gjysmëgjërësive të anijes të përcaktohen në mënyrë të shpejtë cilësitë hidrodinamike dhe hidrostاتيke. Sot kjo ëndërr është kthyer në realitet falë teknikave moderne të modelimeve gjeometrike, pasi modeli CAD i sipërfaqes së projektuar mund të shfrytëzohet si për llogaritjet gjeometrike ashtu edhe për llogaritjet CFD.[1]

## 2.2. Plani i ndërtimit të anijes dhe metodat e projektimit të tij

Sipërfaqja e jashtme e trupit të anijes është shumë e ndërlikuar dhe ndryshon lakesën në gjatësi, gjerësi dhe lartësi. Për të pasur një përfytyrim të saj, gjatë fazës së projektimit të anijes është e domosdoshme paraqitja grafike. Paraqitja grafike realizohet nëpërmjet vizatimit teorik, i quajtur ndryshe edhe plani i ndërtimit.

Paraqitja grafike bëhet me anë të tri planeve reciprokisht pingul midis tyre. Plani gjatësor (gjatësorët), plani i vijave të ujit (vijat e ujit), dhe plani gjerësor (brinjët). Pamjet bashkohen në një vizatim, siç tregohet në figurën 1. Vizatimi teorik i anijes është një formë e modelimit SKELETOR.

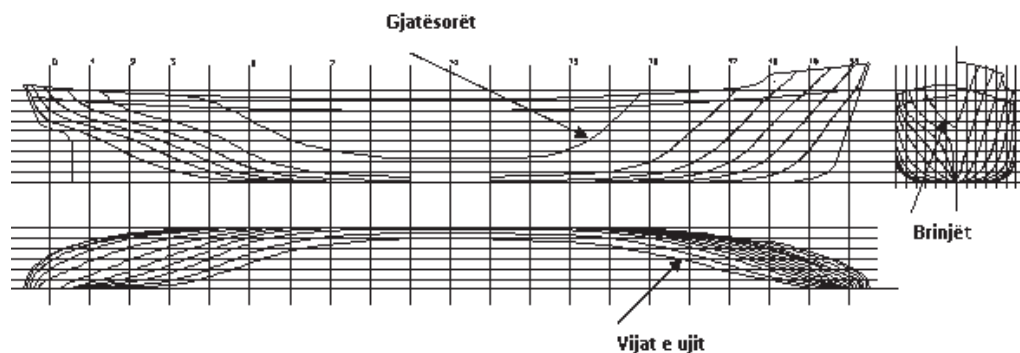


Figura 1. Vizatimi teorik i anijes

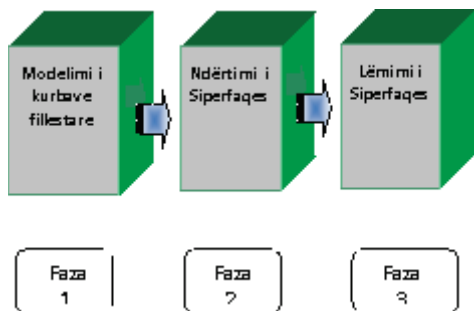
## 2.3 Ndërtimi i sipërfaqeve të trupit të anijes

Sipërfaqet e trupit të anijes ndërtohen duke u bazuar në dy tipa sipërfaqesh, sipërfaqet NURBS dhe sipërfaqet e zhvillueshme. Sipërfaqet NURBS janë përshtatje e disa lakoreve paraprakisht të lëmuara. Përmirësimi i sipërfaqes realizohet nëpërmjet përmirësimit në secilën lakore dhe më pas në

ripërshatjen e gjithë sipërfaqes. Për arsye praktike nuk këshillohet ndërhyrja e drejtpërdrejtë në sipërfaqe. Sipërfaqet e zhvillueshme përftohen, me saktësi të paracaktuar, midis dy lakoreve kufitare. Trupi i ndërtuar nëpërmjet sipërfaqeve të zhvillueshme ka përgjithësisht forma të sheshta. Sipërfaqet e zhvillueshme janë më të thjeshta për t'u prodhuar, por

nuk sigurojnë efektshmërinë e kërkuar teknike dhe ekonomike të shfrytëzimit.

Për këto arsye tipi më i përdorshëm i ndërtimit të sipërfaqeve dhe modelimit të trupit të anijes në kompjuter janë sipërfaqet NURBS. Në figurën 2 paraqiten fazat në të cilat kalon procesi i modelimit të sipërfaqes së trupit të anijes.



**Figura 2** – Fazat në të cilat kalon procesi i modelimit të sipërfaqes.[2]

**2.4 Nurbs si instrument i projektimit CAD**

Sot është shumë e përhapur praktika e projektimit të sipërfaqeve të trupit të anijes me kompjuter. Ekzistojnë në treg programe kompjuterike që mundësojnë si projektimin në mënyrën tradicionale ashtu edhe përpunimin e drejtpërdrejtë të sipërfaqes së trupit të anijes. Këto programe bazohen në funksionet *spline (vijëlakuara)* që janë funksione matematikore me anë të të cilave mundësohet vizatimi i lakoreve të çfarëdolloj tipi.

Pjesa më e madhe e modeluesve CAD, përdorin NURBS për përcaktimin e sipërfaqeve. Këto funksione përshtaten shumë mirë gjatë përshkrimit të formave të lira, si forma e trupit të anijes. NURBS, nga pikëpamja matematikore, rrjedhin drejtpërdrejtë nga B-spline.

Për një trajtim matematik rigoroz të NURBS mund ti referohemi bibliografisë [2]-[8]. Në këtë kuadër po japim vetëm një theksim të shkurtër të tyre duke filluar nga formulimi analitik i lakoreve B-spline

$$p(u) = \sum_{i=0}^n M_i(u)P_i$$

Për një grup të dhënë  $n+1$  pikash kontrolli  $P$  mundësohet përcaktimi i formës së lakores  $p(u)$  si kombinim linear i tyre dhe i funksioneve të tjera, që marrin emrin e funksionit të përzjerjes  $M$ , të cilat kanë gradë dhe vazhdimësi të caktuar. Këto funksione, kanë karakteristika të rëndësishme të mbështetjes lokale. Funksionet bazë  $M$  përcaktohen nga ekuacionet e tipit:

$$M(i) = \begin{cases} N_{i,1}(u)=1 & \text{nëse } t_i \leq u \leq t_{i+1} \\ N_{i,1}(u)=0 & \text{në raste të tjera} \end{cases}$$

dhe

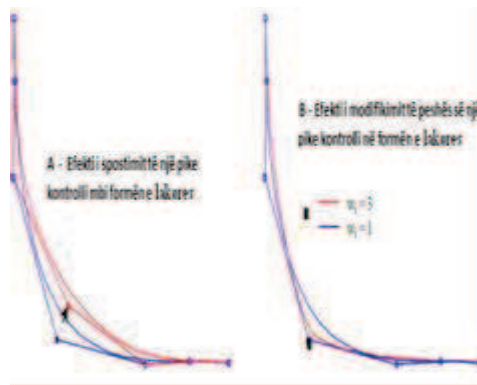
$$M_i(u) = N_{i,k}(u) = \frac{(u - t_i)N_{i,k-1}(u)}{t_{i+k} - t_i} + \frac{(t_{i+k} - u)N_{i+1,k-1}(u)}{t_{i+k} - t_{i+1}}$$

ku  $k$  është e pavarur nga numri i pikave dhe përcakton gradën  $k-1$  të funksionit polinomial në  $u$ , kurse  $t_i$  quhen nyjat që influencojnë në formën e lakores. Për një B-spline joperiodike përgjithësisht merret:

$$t_i = \begin{cases} 0 & \text{nëse } i < k \\ i - k + 1 & \text{nëse } k \leq i \leq n, \text{ ku } (0 \leq i \leq n+k) \\ n - k + 2 & \text{nëse } i \geq n \end{cases} \quad (4)$$

Në figurën 3a) paraqitet një shembull i lakores B-spline, duke nxjerrë në pah disa veti të rëndësishme:

- Zhvendosja e një pike kontrolli influencon vetëm një pjesë të lakores dhe lë të pandryshuar pjesën tjetër.
- Lakorja me pikat një të përcaktuara si në relacionin (4) është tangjent me poligonin e kontrollit në pikat fillestare dhe finale.
- B-spline, lejojnë kontroll intuitiv të lakores dhe mund të kemi një ide se cila do të jetë tendenca e lakores nga vëzhgimi i thjeshtë i poligonit të kontrollit.



**Figura 3.** Ndikimi i pikave të kontrollit në formën e lakores

Lakoret NURBS përcaktohen nga ekuacioni i mëposhtëm:

$$p(u) = \frac{\sum_{i=0}^n M_i(u)P_i}{\sum_{i=0}^n w(i)M_i(u)} \quad (5)$$

Siç shihet dallimi i vetëm në lidhje me (1) i dedikohet pranisë së peshave  $W$ . Në rast se këto janë të gjitha të barabarta me 1, atëherë të dyja formulat përputhen.

Në figurën 3b) paraqitet një shembull në të cilin është modifikuar pesha e nyjës. Efekti i këtij modifikimi sjell zhvendosjen e lakores drejt pikës së kontrollit, pesha e të cilës rritet. Peshat kanë efekt të ngjashëm me shumëzuesin e pikave të kontrollit në lakoret Bezier [9].

Relacione të ngjashme mund të merren edhe për sipërfaqet. Supozojmë që  $P_{ij}$  paraqet shumëfaqëshin e kontrollit që ka  $n_u + 1 * (n_v + 1)$  pika;  $M_{i(u)}$  dhe  $M_{j(v)}$  janë funksionet bazë dhe  $w_u, w_v$  peshat e secilës prej pikave të kontrollit. Sipërfaqja NURBS (e gradës  $k_u-1, k_v-1$ ) e përcaktuar në këtë mënyrë, ka shprehjen e mëposhtme:

$$p(u, v) = \frac{\sum_{i=0}^{n_u} \sum_{j=0}^{n_v} w_i M_i(u) w_j M_j(v) P_{i,j}}{\sum_{i=0}^{n_u} \sum_{j=0}^{n_v} w_i M_i(u) w_j M_j(v)} \quad (6)$$

Ashtu si për lakoret, edhe për sipërfaqet mund të konstatohet që: nëse të gjitha peshat janë të gjitha të barabarta me 1 ekuacioni (6) i korrespondon sipërfaqes B-spline. [2]-[8]

### 3. REZULTATET DHE DISKUTIMET

#### 3.1. Modelimi dhe projektimi i sipërfaqes së një mjeti të vogël detar

Për modelimin e trupit të anijes ka programe të cilët mundësojnë ndërtimin e sipërfaqes së jashtme. Një prej programeve më të avancuara, i shfrytëzuar në këtë punim, është edhe programi *Maxsurf*, program i cili përdor lakoret dhe sipërfaqet NURBS të përcaktuara matematikisht si në (5) dhe (6).

Për modelimin dhe ndërtimin e sipërfaqeve të jashtme të anijes është ndërtuar bllok-skema e paraqitur në figurën 4, ku pasqyrohen etapat në të cilat kalon procesi i modelimit.

Fillimisht përcaktohet modeli paraprak i formatit të trupit të anijes, në të cilin përfshihen: dimensionet kryesore si gjatësia, gjerësia, peshkimi, lartësia konstruktive, format fundore dhe forma e vijës konstruktive.

Më pas ndërtohet seksioni qendror i trupit të anijes, pozicioni i të cilit në drejtimin gjatësor i korrespondon gjerësisë maksimale.

Së fundmi, në mënyrë që të lëmohet sipërfaqja e trupit të anijes që në fazat e para të modelimit, mirë është që të përcaktohen edhe disa ordinata të tjera.

Sipërfaqja e jashtme e skafit ndërtohet më pas duke u mbështetur në ordinatat e përcaktuara paraprakisht. Bëhet fjalë për sipërfaqen NURBS e detyruar të kalojë në lakoret kufitare dhe e lirë të përafrojë me tolerancë të caktuar, ordinatat e marra.

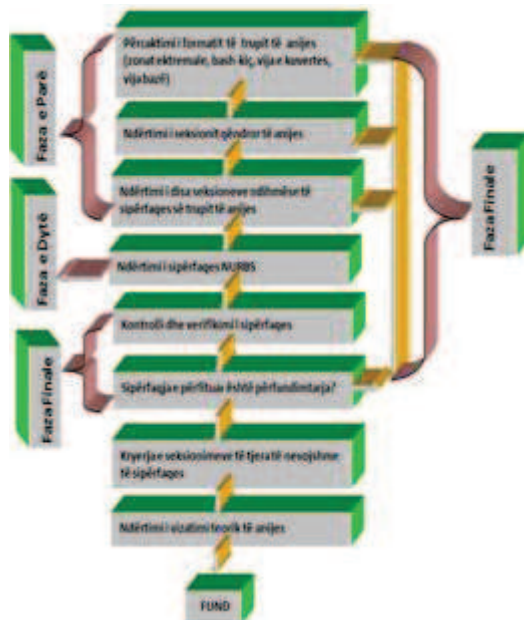


Figura 4. Bllokskema e modelimit të sipërfaqes së trupit të anijes

Blokskema është shfrytëzuar për ndërtimin e sipërfaqes së jashtme të një mjeti të vogël detar me dimensione kryesore:

$$L = 8,125\text{m}, B = 1,7857\text{ m}, T = 0,42\text{ m}, H = 1,42\text{ m dhe } C_B \cong 0,397$$

Modeli përfundimtar i sipërfaqes së projektuar përbëhet nga një NURBS bi-kubik ( $k_u = k_v = 4$ ) që ka  $24 * 21$  pika kontrolli. Sipërfaqja e përcaktuar në këtë mënyrë ka një vazhdueshmëri të tipit  $C^{2,2}$  dhe garanton derivat të dytë të vazhdueshëm (të pandërprerë). [1], [5]

Nëse është e nevojshme mund të bëhen modifikime në parametrat mbështetës të sipërfaqes NURBS, pasi modeli matematikor i skafit i marrë mbi bazën e specifikimeve fillestare të projektit, mund të modifikohet deri në arritjen e nivelit të kënaqshëm të saktësisë, duke garantuar në këtë mënyrë sipërfaqen përfundimtare të trupit të anijes, si kompromis midis përshtatshmërisë dhe saktësisë. Kjo mund të realizohet duke modifikuar të dhënat e fazës së parë, kryesisht ordinatat, dhe përsëritjen e procesit të modelimit.

Në rast se lakoret duhet të jenë pjesë të drejta, të

gjitha pikat e kontrollit duhet të jenë në vijë të drejtë [2],[8]. Në rast se lakoret duhet të jenë pjesë të harqeve rrethore dhe pikat e kontrollit grupohen tre e nga tre, ato duhet të jenë të baraslarguara; peshat e pikave fundore të jenë  $w = 1$  dhe peshat e pikës qendrore  $w = \cos\theta/2$ . ( $\theta$  këndi i harkut) [2], [8]. E njëjta

skemë përdoret edhe kur pikat e poligonit të kontrollit grupohen katër e nga katër. Në këtë rast peshat e pikave qendrore llogariten:  $w = [1 + 2\cos(\theta/2)]/3$  [2], [8]. Figura 5 paraqet vizatimin e formave të drejta dhe rrethore me tri dhe katër pika kontrolli.

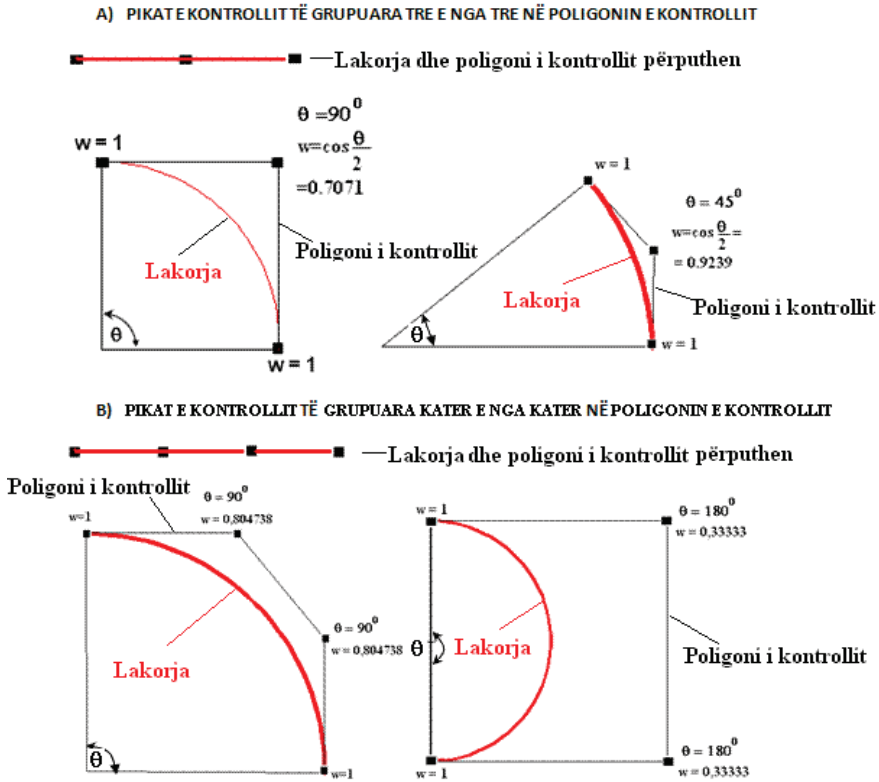


Figura 5 . Lakorja dhe poligoni i kontrollit

Metodat e modelimeve gjeometrike lejojnë të vepohet në mënyrë të shpejtë dhe të saktë për projektimin e formave të sipërfaqeve të trupit të anijes, dhe mundësojnë një paraqitje reale të modifikimeve të mundshme të projektit. Në figurat e mëposhtme paraqitet modeli SKELETOR dhe i TRUPËZUAR i sipërfaqes së projektuar. Studimi është i hapur për zgjerime dhe përmirësime të mëtejshme. Studimi është realizuar në kuadrin e projektit shkencor kombëtar me titull: *Materialet – Pjesë e vlerësimit të besueshmërisë së mjeteve detare*, financuar nga Ministria e Arsimit dhe Shkencës e Republikës së Shqipërisë.

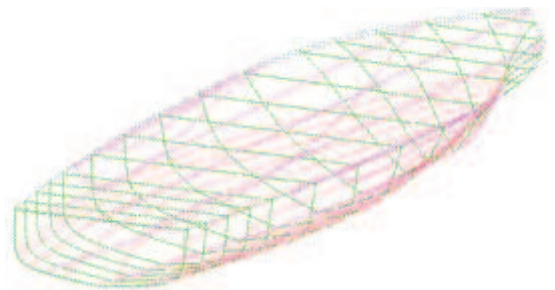
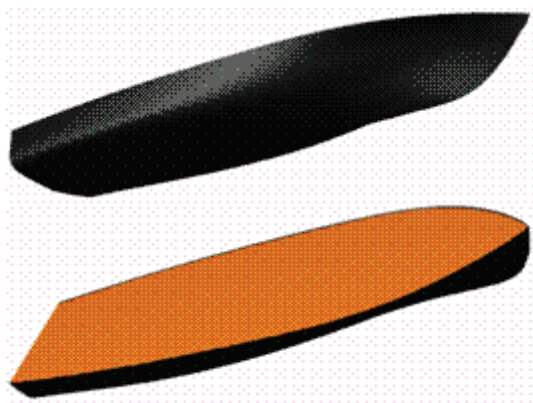


Figura 6. Modeli skeletor 3D i sipërfaqes së projektuar me programin MAXSURF.



**Figura 7.** Modeli i trupëzuar i sipërfaqes së projektuar me programin MAXSURF.

### 3.2. PËRFUNDIME

Në këtë artikull kemi projektuar sipërfaqen e jashtme të një anijeje, që mund të përdoret për qëllime turistike, nëpërmjet aplikimit të metodave të modelimeve gjeometrike.

Sipërfaqja është projektuar brenda 180 minutave, që e projektuar me metodat tradicionale të projektimit të vizatimit teorik të anijes do të kërkonte disa javë pune. [1]

Metodat e modelimeve gjeometrike dhe aplikimet CAD janë ndihmë për projektuesit dhe prodhuesit e anijeve për t'iu përgjigjur kërkesave konkurruese të industrisë së ndërtimit të anijeve.

Modelimet CAD krijojnë mundësinë e thjeshtimit të procesit të prodhimit të anijes dhe rrisin në të gjitha drejtimet saktësinë dhe shpejtësinë e ndërtimit të saj,

duke u krijuar kantierëve detare mundësinë optimale që të operojnë në bazë të kërkesave të tregut.

Mendimi ynë është se metodologjia e propozuar do të gjejë aplikim, në kantieret detare shqiptare dhe ndërmarrjet e vogla prodhuese të mjeteve detare tip *Yahti*.

Gjithashtu metodologjia e propozuar mund të shfrytëzohet edhe në fusha të tjera të projektimit industrial për projektimin e formave të sipërfaqeve të ngjashme me sipërfaqet e anijeve.

### LITERATURA

1. Alikaj, K, Xhaferaj, B (2007) *Hidrokinamika e Anijes*, Tiranë.
2. Rogers, D and Satter, S. (1980) "B-spline surfaces for ship hull design". *Computer Graphics (Proc. Siggraph 80)*.
3. Brisson, E (1993) "Representing geometric structures in d dimensions: Topology and order". *Discrete and Computational Geometry*, 9:387–426.
4. de Boor, C (1978) *A practical guide to splines*, Springer-Verlag, New York.
5. Farin, G (1996) *Curve and surfaces for Computer-Aided Geometric Design*, Academic Press, San Diego.
6. Mortenson, M. E (1989) *Modelli geometrici in computer graphics*, McGraw Hill, Milano.
7. Muñoz, J. A, Forrest C. J. M. (2002) *Advantages of Software Integration from Initial Design through to Production Design*, in Proc. ICCAS, Malmo, Sept. 2002.
8. Piegl L., Tiller W (1995) *The NURBS book*, Springer, Berlin.
9. Söding, H (2001). "Hull shape design for reduced resistance", *Schiffstechnik*, no. 48.