

**Universitatea Politehnică Timișoara**

**Facultatea de Mecanică**

**Departamentul de Mecatronică**

# **Lucrare de Licență**

**“Proiectarea și simularea termică a unui concept de corp de iluminat stradal cu led dintr-un material compozit cu o conductivitate termică ridicată”**

**Coordonator:**

**Student:**

**Timișoara 2017**

---

## CUPRINS

<b>1.</b>	<b>Descrierea companiei Elba S.A.</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.1</b>	<b>Scurt istoric</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.2</b>	<b>Prezentarea Generală a Companiei</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.3</b>	<b>Departamentele Elba S.A</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Elba Lighting</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Moulding</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Automotive</b>	<b>Pag.</b>
<b>1.3.4</b>	<b>Laboratories</b>	<b>Pag.</b>
<b>2.</b>	<b>Noțiuni generale</b>	<b>Pag. 3</b>
<b>2.1</b>	<b>Iluminatul electric</b>	<b>Pag. 3</b>
<b>2.2</b>	<b>Evoluția sistemelor de iluminat</b>	<b>Pag. 7</b>
<b>2.3</b>	<b>Notă de fundamentare</b>	<b>Pag.</b>
<b>3.</b>	<b>Proiectarea corpului de iluminat stradal – WAVE –</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.</b>	<b>Tehnologia de fabricație a corpului de iluminat stradal</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.1</b>	<b>Scurt istoric</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.2</b>	<b>Materialele plastice</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.3</b>	<b>Importanța materialelor plastice</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.4</b>	<b>Procesul de injecție mase plastice</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.5</b>	<b>Modul LED</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.6</b>	<b>PCB</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.7</b>	<b>Driver</b>	<b>Pag.</b>
<b>4.8</b>	<b>Schema electrică, componentele, și specificațiile selectate pentru corpul de iluminat</b>	<b>Pag.</b>

<b>5.</b>	<b>Simularea termică prin convecție și conducție naturală</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.1</b>	<b>Metoda elementului finit</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.2</b>	<b>Condiții de frontieră</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.3</b>	<b>Discretizarea corpului de iluminat</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.4</b>	<b>Analiza numerică Ansys</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.4.1</b>	<b>Informativ Ansys</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Simularea Ansys pe conceptul „Wave”</b>	<b>Pag.</b>
<b>5.5</b>	<b>Compararea rezultatelor</b>	<b>Pag.</b>
<b>6.</b>	<b>Perspectiva de continuare a dezvoltării corpului de iluminat</b>	<b>Pag.</b>
<b>7.</b>	<b>Bibliografie</b>	<b>Pag.</b>
<b>8.</b>	<b>Anexe</b>	<b>Pag.</b>

## **1. Descrierea companiei Elba S.A.**

### **1.1 Scurt istoric**

Timisoara a devenit primul oraș din Europa care a avut străzile iluminate electric.

În anul 1921 în Timișoara, s-a înființat firma DURA. Această firmă reprezintă baza firmei de iluminat care în ziua de astăzi poartă numele de ELBA. După 2 ani, în anul 1923, apare o nouă firmă, și anume firma „Rudolf Kissling și Fiul” care în cele din urmă și-a schimbat numele în „LUMINA-Fabrica Română de Candelabre și Mărfuri Metalice S.A.”.

Unirea dintre cele două firme s-a produs în anul 1930 când societatea se confrunta cu criza economică de la momentul respectiv.

În cele din urmă au luat naștere „Uzinele Dura”.

În anul 1948 a avut loc naționalizarea firmei Dura, de atunci firma este cunoscută sub numele de ELECTROBANAT. Între timp având loc diferite fuziuni între Dura și alte firme din domeniul iluminatului, datorită crizei interbelice.

Numele actual de S.C. ELBA. S.A., a fost preluat în anul 1990, urmând ca în anul 1995, să se privatizeze integral. În anul 1997 ELBA a participat la constituirea unei firme mixte în domeniul Iluminatului stradal, împreună cu firma olandeză Phillips, firma nouă numindu-se Phillips and Elba Street Lighting S.R.L.

După 3 ani, în anul 2000 ELBA a devenit acționară, împreună cu compania franceză Plastique du Val de Loire, la constituirea firmei Elbromplast, în domeniul injecției masei plastice.

Însă au apărut mai multe parteneriate ulterior, unul dintre ele finalizându-se cu apariția firmei VALEO INJECTION în acest domeniu de reper pentru industria automotive. În anul 2000, a apărut și firma ELBA COM, care funcționează ca și principal distribuitor ELBA S.A. Prin activitatea desfășurată, ELBA S.A. asigură iluminatul de aproape 100 de ani, pentru următoarele domenii de activitate: industrial, comercial, public, casnic, terenuri de sport, oferind tot – odată sisteme de iluminat gata instalate pentru toate domeniile.

În anul 2010, compania Elba S.A a trecut printr-un proces de localizare, aceasta este considerată a fi cea mai profundă transformare, noul amplasament localizat în Parcul Industrial Freidorf, Timisoara, având o suprafață de aproximativ 15.000 mp.

## **1.2 Prezentare Generală a Companiei**

Sloganul companiei este „Susținem Inovația, promovăm siguranța, dezvoltăm calitatea”.

Înființată de aproape 100 de ani, se poate spune că firma Elba este una dintre cele mai importante companii de iluminat din România în momentul de față, datorită prestigiului pe care aceasta l-a dobândit pe parcursul acestor ani de activitate. Elba este un producător important, care își focalizează preocupările și resursele în folosul mediului înconjurător și al clienților. Fiind o firmă cu capital integral românesc, Elba este cel mai solid exemplu de succes pentru privatizările MEBO din România.

## **1.3 Departamentele Elba S.A**

Datorită unei activități complexe dezvoltate de Elba, se presupune specializarea structurii, a personalului, și dezvoltarea separată a sferelor de activitate ale companiei. Elba a oferit și oferă în continuare clienților săi servicii complete pentru corpurile de iluminat.

Fiind o companie cu 4 divizii mari, fiecare divizie are scopul său, dar funcționează împreună.

### **1.3.1 Elba Lighting**

Cu un portofoliu de peste 400 de produse, disponibile în 1500 de variante, se poate spune că și pe partea de iluminat public Elba este cel mai important producător din România.

În anul 1990 au început investiții continue în cazul modernizării tehnologiilor specifice domeniului de iluminat.

Fabrica dispune de propriul departament de proiectare și dezvoltare unde sunt proiectate produsele. În 2005 deja se putea spune că Elba avea toată aparatura necesară proiectării și execuției unui corp de iluminat.

Pe partea de software, Elba lighting folosește Creo Parametri pentru modelarea 3D și AutoCad pentru cele 2D.

În cadrul fabricii Elba Lighting procesul de dezvoltare al produselor de la concept la fabricația de serie răspunde cu grație cerințelor clienților.

Inginerii se focusează în fiecare proiect pe optimizarea continuă a consumului de energie și a calității luminii cu tehnologia LED la bază.

---

Fabrica Lighting, deține peste 150 de utilaje și instalații iar acestea sunt utilizate pentru următoarele activități de producție:

- Prelucrări mecanice
- Vopsitorie cu pulberi și lăcuire
- Lustruire chimică
- Montaj

Prelucrarea materialelor este realizată prin următoarele tehnologii:

- Linie automată de profilare
- Presă automată de curbare
- Linie automată de stanțat și profilat benzi mecanice
- Prese hidraulice și mecanice
- Foarfecă ghilotină CNC (Computer numerical control)
- Instalație de lustruire chimică a aluminiului
- Instalație automată de vopsire cu pudră epoxidică în câmp electrostatic.
- Injecție mase plastice
- Instalație de lăcuire.

În domeniul iluminatului general, cu peste 400 de tipuri de produse, care acoperă toate domeniile de aplicabilitate a corpurilor de iluminat:

- Public: Stradal, Ornamental, Arhitectural, Ambiental
- De siguranță
- Pentru medii umede cu praf și medii cu pericol potențial de explozie
- Pentru semnalizări rutiere
- De interior: industrial, rezidențial și comercial.

### **1.3.2 Elba Molding**

Atelierele de producție sunt dotate cu matrițe, scule, stanțe, și diverse dispozitive, dar și realizarea acestor produse pentru import și export, cu suport acordat de către specialiști.

### **1.3.3 Elba Laboratories**

Laboratoarele de testare au fost necesare pentru cercetarea și testarea produselor. Existând certificate în domeniul fotometriei, chimiei și electromecanicii.

---

În laboratoarele din cadrul companiei se efectuează o mare diversitate de cercetări la cel mai înalt nivel de performanță iar laboratorul de metrologie efectuează etalonări și verificări metrologice pentru domenii diverse.

Laboratorul fotometric, înființat în anul 1972 are ca și scop omologarea și validarea performanțelor corpurilor de iluminat în următoarele domenii de activitate:

- fotometrie,
- colorimetrie,
- determinarea proprietăților optice ale materialelor,
- verificarea dimensională și electrică a surselor de lumina.

Laboratorul electromecanic, înființat în anul 1957 are ca scop verificarea conformității concepției produselor firmei cu standardele internaționale de fabricație a corpurilor de iluminat. În cadrul acestui laborator se efectuează verificări în următoarele domenii:

- Electric
- Mecanic
- Climatic
- Protecție
- Rezistență la coroziune și nivel de zgomot

Laboratorul chimic, si-a început activitatea în anul 1964, în scopul verificării și controlării proceselor tehnologice, verificării conformității materiilor prime și a materialelor utilizate și pentru testarea produselor fabricate.

Laboratorul Metrologic atestat din anul 1959 cu scopul realizării trasabilității unității de măsură către echipamente de măsurare și monitorizare ale fabricilor și laboratoarelor de testare ale firmei prin etalonarea/verificarea echipamentelor de măsurare și monitorizare.

### **1.3.4 Elba Automotive**

Elba a intrat pe piața industriei automotive în anul 1952, când au realizat primele faruri și lămpi special create pentru autoturismele Dacia.

Din anul 1976 tot ce era produs Elba destinat industriei automotive purta marca europeană E19. Compania Elba este până în momentul de față principalul producător de faruri auto pentru toate modele ulterioare dezvoltate în parteneriat cu firma de automobile românească Dacia.

În anul 2003 producătorul DACIA Grup Renault au cerut un program investițional, în vederea alinierii tehnologiilor corpurilor de iluminat la cerințele acestora.

În prezent, prin investiții masive în tehnologie, ELBA e adaptată cu succes industriei automotive. Noua fabrică de producție automotive se extinde pe o suprafață de 19.000 mp și e specializată în producerea corpurilor de iluminat și a farurilor auto. Fabrica are propriul departament de proiectare și dezvoltare unde se derulează procesele conexe. Toate aceste activități sunt desfășurate conform procedurilor APQP, având la baza un concept de management de proiect. Angajații firmei sunt foarte bine instruiți, având la dispoziție PC-uri cu toate software-urile necesare pentru desfășurarea activității.

Datorită noilor soluții tehnologice vechiile variante, care erau mai costisitoare și mai poluante au fost eliminate și a fost realizată această convergență cu tehnologiile de bază, cu echipamente moderne.

Principalele tehnologii de producție ale departamentului automotive sunt :

- Injecție mase plastice
- Lăcuire
- Aluminizare
- Montaj
- Injecție 3K
- Instalația de lăcuire dispersoare far
- Linie automată de sudură și montaj faruri
- Alimentare centralizată cu granule a mașiniilor de injecție
- Robotizarea operațiunilor la mașiniile de injecție a reperelor din mase plastice
- Lăcuirea prin splayere a reflectoarelor de faruri
- Lăcuire prin flow-coating

Pentru toate aceste tehnologii există și echipamentele corespunzătoare:

- Instalația de alimentare centralizată cu granule a mașiniilor de injectat
- Mașini de injecție (monocolor, bicolore, BMC, cu forța de închidere între 50 tf și 1000 tf.
- Instalații de lăcuire reflectoare
- Instalații de lăcuire prin flow-coating
- Instalații de aluminizare
- Mașini de sudare mase plastice cu vibrații
- Linii robotizate de lipire faruri.



## 2. Noțiuni generale

### 2.1 Iluminatul electric

Omul prin activitățile lui este condiționat de lumină, iar când lumina naturală este insuficientă sau lipsește, este necesară introducerea iluminatului artificial. În prezent iluminatul artificial este realizat aproape în totalitate de către iluminatul electric, acesta trebuind să atingă un anumit nivel de iluminare și confort vizual.

România a dat tonul dezvoltării iluminatului public stradal în Europa, când la data de 12 Noiembrie 1884 la Timișoara a fost pus în funcțiune primul sistem de iluminat electric din Europa, acesta fiind realizat din lămpi incandescente cu filament din carbune, aceasta fiind prima sursă electrică de lumină creată de Edison în anul 1879.

În prezent Serviciul de iluminat public face parte din sfera serviciilor comunitare de utilități publice și cuprinde totalitatea acțiunilor și activităților de utilitate publică și de interes economic și social general desfășurate la nivelul unităților administrativ-teritoriale sub conducerea, coordonarea și responsabilitatea autorităților administrației publice locale, în scopul asigurării iluminatului public.

Serviciul de iluminat public cuprinde iluminatul stradal-rutier, iluminatul stradal-pietonal, iluminatul arhitectural, iluminatul ornamental și iluminatul ornamental-festiv al comunelor, orașelor și municipiilor.

Serviciul de iluminat public se realizează prin intermediul unui ansamblu tehnologic și funcțional, alcătuit din construcții, instalații și echipamente specifice, denumit în continuare sistem de iluminat public, și are ca scop ridicarea nivelului de civilizație, a confortului și a calității vieții precum și creșterea gradului de securitate în cadrul comunităților, atât individual cât și colectiv, precum și creșterea gradului de securitate a circulației rutiere și pietonale.

Sistemul de iluminat public este ansamblul format din puncte de aprindere, cutii de distribuție, cutii de trecere, linii electrice de joasă tensiune subterane sau aeriene, fundații, stâlpi, instalații de legare la pământ, console, corpuri de iluminat, accesorii, conductoare, izolatoare, cleme, armături, echipamente de comandă, automatizare și măsurare utilizate pentru iluminatul public.

- dispozitiv (corp) de iluminat - aparatul de iluminat care servește la distribuția, filtrarea sau transmisia luminii produse de la una sau mai multe lămpi către exterior;
- iluminat arhitectural - iluminatul destinat punerii în evidență a unor monumente de artă sau istorice ori a unor obiective de importanță publică sau culturală pentru comunitatea locală;
- iluminat ornamental - iluminatul zonelor destinate parcurilor, spațiilor de agrement, piețelor, târgurilor și altora asemenea;
- iluminat ornamental-festiv - iluminatul temporar utilizat cu ocazia sărbătorilor și altor evenimente festive;
- iluminat stradal-pietonal - iluminatul căilor de acces pietonal;
- iluminat stradal-rutier - iluminatul căilor de circulație rutieră;

În prezent iluminatul public este realizat printr-o multitudine de sisteme de iluminat compuse din diverse tipuri de surse și corpuri de iluminat, instalații proiectate pe bază de luminanță, mărime care influențează ochiul omenesc, având ca studiu compoziția spectrală a radiației luminoase, cu scopul obținerii unor nuanțe ale luminii artificiale apropiate de lumina naturală.

- **Radiații luminoase**

Radiația luminoasă este de fapt o radiație electromagnetică cu lungimea de undă între 0,38 și 0,76  $\mu\text{m}$ , și care ocupă un domeniu redus în spectrul electromagnetic. Radiațiile din spectrul optic de o anumite lungime de undă se numesc radiații monocromatice și produc senzația unei nuanțe de culoare. Suprapunerea mai multor radiații monocromatice creează radiația complexă denumită și policromatică. Senzația de culoare albă este rezultatul mixajului, în anumite proporții, a tuturor radiațiilor monocromatice al spectrului vizibil.

Spectrul vizibil se încadrează în următoarele limite aproximative:

<b>CULOARE</b>	<b>LIMITE</b>
VIOLET	$\lambda = 380-437\mu\text{m}$
ALBASTRU	$\lambda = 437-485\mu\text{m}$
VERDE	$\lambda = 485-566\mu\text{m}$
GALBEN	$\lambda = 566-600\mu\text{m}$
ORANJ	$\lambda = 600-628\mu\text{m}$
ROSU	$\lambda = 628-740\mu\text{m}$

Lumina este caracterizată prin mărimi energetice, evaluate cu unități de măsură energetice și mărimi fotometrice evaluate cu unități de măsură fotometrice.

Lumina este evaluarea vizuală a energiei radiate de un corp în banda lungimilor de unde electromagnetice  $\lambda = 380 \div 740$  nm percepută de un ochi ca o senzație vizuală.

Din punct de vedere tehnic, conform actelor normative ale Comisiei Internaționale de Iluminat (CIE – Commission Internationale de l’Eclairage) sursele artificiale de lumină sunt clasificate în funcție de culoare.

Culoarea unei surse artificiale de lumină se caracterizează prin temperatura sa de culoare.

Temperatura de culoarea unei surse de lumină se definește ca fiind temperatura (în K) a corpului negru, a cărui radiație are aceeași culoare cu cea a sursei de lumină analizate.

În tabelul de mai jos este indicată clasificarea surselor artificiale de lumină conform CIE.

<b>Definiție conform CIE</b>	<b>Intervalul temperaturilor de culoare, K</b>
Grupa 1 (cald)	< 3300 K
Grupa 2 (mediu)	3300....5000 K
Grupa 3 (rece)	> 5000 K

- **Fluxul luminos F**

În conformitate cu „Vocabularul Internațional de Iluminat C. I. E.”, fluxul luminos este definit astfel:

Mărime derivată din fluxul energetic prin evaluarea radiației după acțiunea sa asupra unui receptor selectiv, a cărui sensibilitate spectrală este definită printr-o funcție normalizată a eficienței luminoase relative spectrale.

În sistemul internațional (SI) unitatea de măsură pentru flux este lumenul [lm], un watt luminos fiind egal cu 683 lm.

- **Intensitatea luminoasă I**

Deoarece sursele de lumină nu repartizează fluxul de lumină în mod uniform în spațiul înconjurător, pentru a caracteriza acțiunea luminoasă (efectul iluminării) a sursei într-o anumită direcție, s-a introdus noțiunea de intensitate luminoasă.

Unitatea de măsură a intensității luminoase este candela [cd].

În 1979, cea de-a 16-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți (CGPM) a adoptat pentru unitatea de măsură candela cu următoarea definiție:

**Candela** este intensitatea luminoasă, într-o anumită direcție, a unei surse care emite radiația monocromatică cu frecvența de  $54 \times 10^{13}$  Hz și care are o intensitate radiantă în acea direcție de  $1/683$  dintr-un watt pe steradian.

- **Iluminarea E**

Iluminarea este definită ca densitate de flux luminos pe suprafață receptoare. Iluminarea E unei suprafețe este raportul dintre valori finite a fluxului luminos și mărimea suprafeței. Unitatea de măsură a nivelului de iluminare este luxul [ lx ].

- **Luminanța L**

Luminanța este mărimea fotometrică care se referă atât la surse de lumină cât și la suprafețele iluminate. Unitatea de măsură în SI a luminanței este nit [ nt ].

Valoriile luminanței variază în funcție de sursa de lumină.

*Tabel cu marimile fotometrice;*

<i>Marime fotometrică</i>	<i>Unitatea de măsură</i>
Flux luminos	lumen [ lm ]
Intensitate	candelă [ cd ]
Iluminare	lux [ lx ]
Radianță	lumen/m <sup>2</sup> [ lm/m <sup>2</sup> ]
Luminanță	nit[ nt ]= [ cd/m <sup>2</sup> ]
Cantitate de lumină	lumen-secundă[ lm-s ]
Cantitate de iluminare	Lux-secundă [ lx-s ]

- **Randamentul luminos**

- este raportul dintre fluxul luminos emis (exprimat în watt-i luminoși) și puterea consumată de sursă (exprimată în watt-i);

- **Eficacitate luminoasă**

- este raportul dintre fluxul luminos (exprimat în lumeni) și puterea consumată de sursă (exprimată în watt-i);

Eficacitatea luminoasă este o mărime importantă în alegerea tipurilor de surse în proiectarea sistemelor de iluminat.

## **2.2 Evoluția sistemelor de iluminat**

După 100 de ani de la inventarea becului electric, industria de iluminat din întreaga lume traversează o schimbare istorică.

Autoritățile publice locale au obligația, conform legilor în vigoare (Legea 230/2006 – Organizarea serviciului de iluminat public), să asigure iluminatul public în conformitate cu normele și standardele României și Uniunii Europene. Starea actuală a sistemului de iluminat public în majoritatea localităților din România nu respectă standardele existente în Uniunea Europeană.

Evoluția sistemelor de iluminat a fost determinată în mare parte de creșterea performanțelor surselor electrice de iluminat și apariția continuă de noi surse de lumină. Formele conceptuale ale sistemelor de iluminat au evoluat foarte mult în ultimul timp prin dotarea lor cu sisteme de control, de reglare și gestionare, iar prin redarea parametrilor luminotehnici la condițiile reale caracteristice perioadei întunecate, sistemele de iluminat au devenit inteligente.

Studiile efectuate pentru creșterea eficienței energetice a sistemelor de iluminat artificial, precum și necesitatea asigurării unei calități ridicate a luminii produsă de sursele electrice de lumină au condus la elaborarea unor soluții din ce în ce mai performante, având șanse reale de a atinge și parametrii economici necesari utilizării lor pe scară largă. Una din

soluțiile cu rezultate și perspective deosebite este utilizarea surselor de lumină pe bază de LED-uri.

Posibilitatea obținerii unor indicatori de eficiență energetică superiori majorității surselor actuale de iluminat artificial, durata de viață foarte mare și posibilitatea realizării spectrului dorit de lumină determină ca acest tip de surse luminoase să cunoască o pondere din ce în ce mai importantă în producția principalilor realizatori de surse de lumină și să fie din ce în ce mai prezent pe piață.

Cunoașterea caracteristicilor acestor lămpi, a condițiilor de utilizare și a modului lor de alegere prezintă un interes practic deosebit, asigurând posibilitatea folosirii lor eficiente, atât în iluminat interior cât și în cel exterior.

Ledul este o sursă de lumină mică însoțită de un circuit electric ce permite modularea formei radiației luminoase, o diodă semiconductoare ce emite lumină la polarizarea directă a joncțiunii p-n, iar efectul este o formă de electroluminiscentă.

În general au fost utilizate ca indicatori în cadrul dispozitivelor electronice, dar în ultimul timp au început să fie utilizate ca surse de iluminare.

Avantajele tehnologiei led utilizată ca sursă de lumină sunt:

- putere consumată redusă;
- durată de viață foarte mare;
- eficiență ridicată (100lumeni/1watt)
- rezistență ridicată;
- lumină de intensitate variabilă;
- sunt ecologice – nu conțin substanțe dăunătoare mediului și sunt reciclabile;

Politica Comisiei Europene de eliminare treptată a produselor de iluminat convenționale a obținut rezultatele scontate. În 2011, pentru prima dată de la lansarea produselor de iluminat LED, în Comunitatea Europeană au fost vândute mai multe lămpi LED decât lămpi convenționale.

Este un exemplu elocvent al succesului legislației europene privind implementarea sistemului inovativ de iluminat cu diode electroluminiscente (LED). Lămpile convenționale vor deveni curând istorie. Multe state ale lumii au interzis fabricarea mai multor tipuri de lămpi clasice: cu incandescență, tuburi fluorescente, becuri economice, lămpi cu sodiu, cu mercur. Lipsa de pe piață a lămpilor convenționale (unele interzise de lege, altele își așteaptă sfârșitul) va conduce la înțelegerea mai rapidă a fenomenului LED, va accelera trecerea la sistemul revoluționar de iluminat bazat pe tehnologia LED.

### **2.3 Notă de fundamentare**

Iluminatul LED este o tehnologie revoluționară, iar implementarea acesteia la nivel național va duce la reducerea consumului de energie electrică și implicit reducerea consumului de resurse energetice bazate pe arderea combustibililor fosili, ducând astfel la diminuarea noxelor eliberate în atmosferă, protejând astfel mediul înconjurător.

### 3. Proiectarea corpului de iluminat stradal – WAVE –

Pentru realizarea corespunzătoare a corpului de iluminat Wave în spațiul 3d am folosit software-ul Creo Parametric din pachetul de programe PTC.

Acest soft este destinat realizării de modele 3d, 2d, simulări, modelarea 3d directă, vedere ortografică 2D, analiza elementului finit, și design schematic. Creo a fost lansat pe piața în anul 2010 strict pentru platforma Windows și concurează direct cu software-uri cunoscute precum CATIA, Siemens NX, și Solidworks.

În domeniul Mecanicii procesul de proiectare poartă numele de CAD (Creative Aided Design) și este procesul de folosire a sistemelor computerizate în crearea, analizarea și modificarea unui design. Domeniul și conceptul de CAD a fost inventat în anul 1961 de către cetățeanul de etnie americană Ivan Sutherland, care a descris o tabletă grafică în teza lui de doctorat de la Massachusetts Institute of Technology cunoscut ca și „MIT”. A realizat CAD-ul pentru a înlocui toate metodele obișnuite de a ajunge la un rezultat corect.

Primele utilizări a acestui gen de aplicație au fost în domeniile de automotive și industria aerospațială de fapt singurele domenii care își permiteau calculatoare în-deajuns de performante pentru a realiza calculele respective.

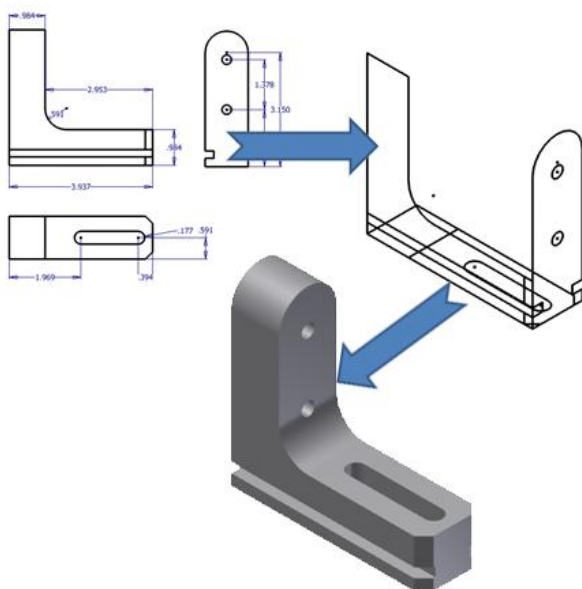
Software-ul original pentru CAD a fost dezvoltat cu un limbaj de programare precum „Fortran”, dar avantajele avansării metodele programării „object-oriented” acest lucru s-a schimbat.

Fortran este un limbaj de programare cu scop general care este în mod special adaptat calculului numeric și calculului științific. A fost dezvoltat inițial de IBM în San Jose, California în anii 1950 pentru aplicații științifice și de inginerie. Fortran a început să domine acest domeniu de programare de la începutul anului și a fost folosit în mod continuu pentru mai mult de o jumătate de secol în domenii computaționale intensive, Prognoza meteo, analiza elementelor finite, dinamica fluidelor computaționale, fizica computațională și chimia computațională. Este una dintre limbile cele mai populare în domeniul computerelor de înaltă performanță și este limba folosită pentru programele care fac referință și clasifică cele mai rapide supercomputere din lume. Rezultatul final este un model 3D care proiectează intenția de design de bază a proiectantului. Modelul poate fi apoi salvat în format STL pentru a fi trimis la o mașină de prototipare rapidă pentru a crea modelul din viața reală. CAID îl ajută pe designer să se concentreze mai degrabă pe partea tehnică a metodologiei de proiectare decât pe grija de schițare și modelare - apoi contribuie la selectarea unei propuneri de produs



mai bună în mai puțin timp. Mai târziu, când au fost definite cerințele și parametrii produsului prin utilizarea software-ului CAID, designerul poate importa rezultatul lucrării sale într-un program CAD (de obicei un model Solid) pentru ajustări înainte de producerea și generarea de planuri și de fabricație procese. Ceea ce diferențiază CAID de CAD este că primul este mult mai conceptual și mai puțin tehnic decât cel din urmă. În cadrul unui program CAID, designerul se poate exprima fără extensii, în timp ce în software-ul CAD există întotdeauna factorul de fabricație. Designul mecanic CAD este foarte important și este de nelipsit următoarelor domenii de utilizare:

- Arhitectură;
- Construcții;
- Inginerie Civilă și Infrastructură;
- Drumuri și Poduri;
- Industria aeronautică;
- Industria Automotive;
- Electronică și electrotehnică;
- Design Industrial;
- Inginerie Mecanică;



Pentru a putea realiza un design constrâns corect în spațiul CAD este nevoie de o schiță 2D cu cotațiile corespunzătoare. Spre exemplu în figura 3.1 alăturată se poate vedea trecerea din spațiul 2D în 3D. După cum se poate observa, proiectarea 2D este necesare să fie realizată corect, împreună cu toate constrangerile necesare. În cazul proiectării 2D, sunt necesare atâtea vederi cât celui care se ocupă de realizarea piesei respective să îi fie în clar fiecare parte a proiectului.

Aflându-ne în anul 2017, pe parcursul dezvoltării „Creative Aided Design-ului” a fost absolut necesar ca aceste software-uri să adopte plugin-uri de render. În imaginea de mai jos (fig. 3.2) se poate vedea trecerea de la solid la piesă corect rendată. Interfata este simplă, se lucrează pe straturi, exact ca și în cazul graphic design-ului.

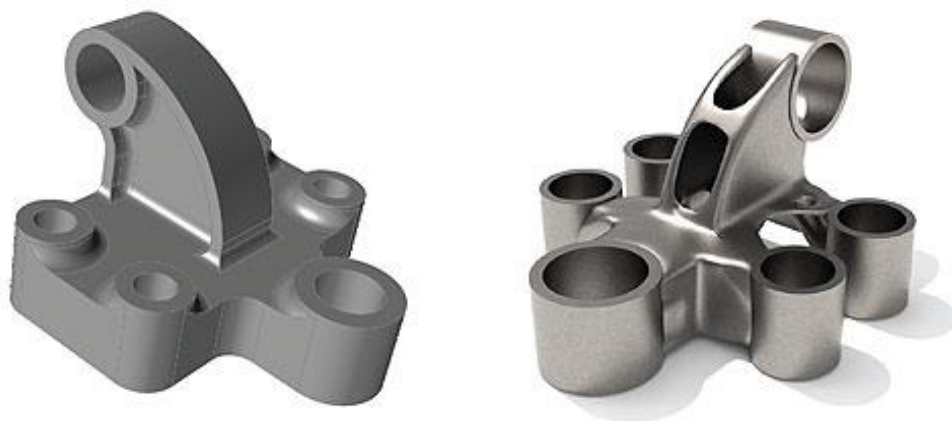


fig.3.2

Nevoia de a comunica într-un mod real, complet și lipsit de ambiguitate trăsăturile unui real sau imaginar Obiect conduce cercetarea unor metode de reprezentare tot mai puternice. Din cauza asta în cinci generații de sisteme CAD au reușit (fig 3.3).

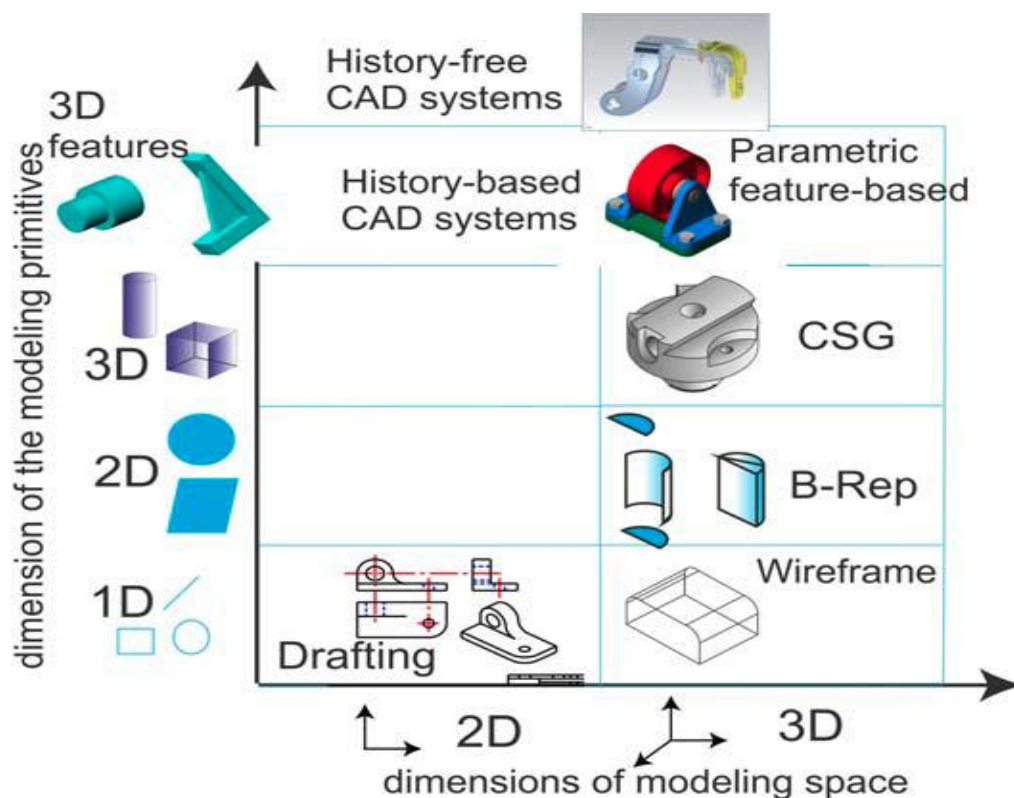


fig. 3.3

În figura 3 sunt reprezentate cinci generații de sisteme CAD; Pe axa orizontală sunt raportate dimensiunile spațiului de modelare, iar în axa verticală sunt raportate dimensiunile spațiului de modelare Modele primitive. Prima generație de CAD, redactare asistată de calculator: obiectul este reprezentat de proiecția muchiilor pe un plan 2D. A doua generație de CAD: obiectul este reprezentat de marginile sale într-un spațiu 3D (Wireframe reprezentare).

Este posibil să generați vederi 2D din orice punct de vedere. Principala problemă a Modelele wireframe reprezintă ambiguitatea datorită faptului că văd în același timp toate marginile modelului. Este posibil ca vizualizatorul să nu poată spune care parte a modelului se află în fața altor părți. Cu toate acestea, există situații în care modelele de tip wireframe pot fi de ajutor, deoarece acestea prezintă simultan front, spate, partea de sus și de jos a obiectului.

A treia generație de CAD: obiectul este reprezentat de suprafețele sale de graniță (Reprezentarea frontală Sau B-Rep). Elementele de suprafață sunt asamblate pentru a forma o limită "etanșă la aer" care înglobează dimensiunea tridimensională, spațiu ocupat de obiectul modelat. Este important să înțelegem cum B-Rep diferă de modelul de suprafață tradițional. În timp ce este nesolicitat Sistemul CAD poate reprezenta suprafețe, un sistem B-Rep trebuie să garanteze, de asemenea, că suprafețele formează o partiție completă a spațiului, chiar și după ce a fost modificată extensiv. Aceasta este, în practică, o problemă sau provocare majoră. Topologia poate fi reprezentată utilizând o structură de date cu margini înaripate unde nodurile, fețele și conexiunile reprezintă marginile comune. Nodurile de nivel inferior determină definirea geometrică, în timp ce conexiunile formează o definiție topologică. Pentru a putea rula cu ușurință fără a întâmpina probleme în ceea ce privește stabilitatea FPS-urilor ( Frames per second ) este indicat să se folosească calculatoare cu plăci video dedicate și memorie ram de ultimă generație. În tabelul 3.1 de mai jos sunt prezentate principalele companii, împreună cu produsele lor care au rezistat și sunt în continua dezvoltare și ascensiune.

*Principalele Companii care au rezistat și sunt în continua dezvoltare pe domeniul proiectării 2D/3D*

*Tabelul 3. 1*

<b>Companie</b>	<b>Produs</b>	<b>Geometric Kernel</b>	<b>Sistem de operare</b>	<b>Clasa</b>
Autodesk	Inventor 2010	Autodesk ShapeManager®	Windows	Mid-range
Dassault Systemes	CATIA V6	V6	Windows	High-range
Dassault Systemes	SolidWorks 2010	Parasolid®	Windows	Mid-range
PTC	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0	GRANITE®	Windows, Unix	Mid-range/High-range
SIEMENS	NX 7	Parasolid®	Linux, Mac OS, Unix, Windows	High-range
SIEMENS	Solid Edge with Synchronous Technology 2	Parasolid®	Windows	Mid-range

O comparație între tehnologiile de editare a marilor companii de CAD, vă sunt prezentate în tabelul 3.2 de mai jos împreună cu principalele caracteristici ale fiecăruia.

Tabelul 3. 2

<b>Tehnologie</b>	<b>Produce</b>
Synchronous Technology	Siemens NX and SolidEdge
Inventor Fusion Technology	Autodesk Inventor
CoCreate	PTC CoCreate
SolidWorks	Dassault Systemes SolidWorks
V6 direct editing	Dassault Systemes CATIA
SpaceClaim	SpaceClaim
Iron CAD	Iron CAD

Corpul de iluminat stradal, de tip arhitectural este realizat pentru a reda o atmosferă, străzilor pe care acționează.

Design-ul curbat al conceptului conferă o imagine plăcută acesta captând atenția încă de la prima vedere iar faptul că iluminatul stradal este în continuă ascensiune este necesară această combinație între tehnic și arhitectural.

Mai jos sunt prezentate 4 vederi, și anume: fața (fig. 3.4.1), spate (fig. 3.4.2), profil (fig. 3.4.3), și din perspectivă cu render-ingul corespunzator materialului folosit în realizarea corpului.



(fig. 3.4.1),

(fig. 3.4.2),

Vedere din profil a corpului de iluminat Wave, montat pe stâlp.



(fig. 3.4.3),

În imaginea de mai sus se poate observa, corpul de iluminat montat pe stâlp, iar această vedere din lateral poate arata faptul că acest corp de iluminat dispune de o tehnologie de auto-spălare deoarece este natural să se adune praf și alte materiale pe interiorul nervurilor, fapt care necesită îngrijire, însă acest concept este creat încât atunci când plouă apa din nervuri să se scurgă la „vale”. O altă considerație legată de forma corpului ar fi aceea că oferă un aspect placut ochiului, cu o arhitectură futuristică.

Faptul că nu există nici un cablu la vedere face ca, conceptul de corp să fie clasat cu standardele europene moderne.



(Fig.3.4.4)

Se poate observa modulul led care va fi acoperit cu o lentilă biconvexă cu o dispersie a luminii pe o rază de 150 de grade.

În figura de mai jos ( fig. 3.5), se poate observa isometric corpul de iluminat, folosind opțiunea de perspective render în Creo Parametric

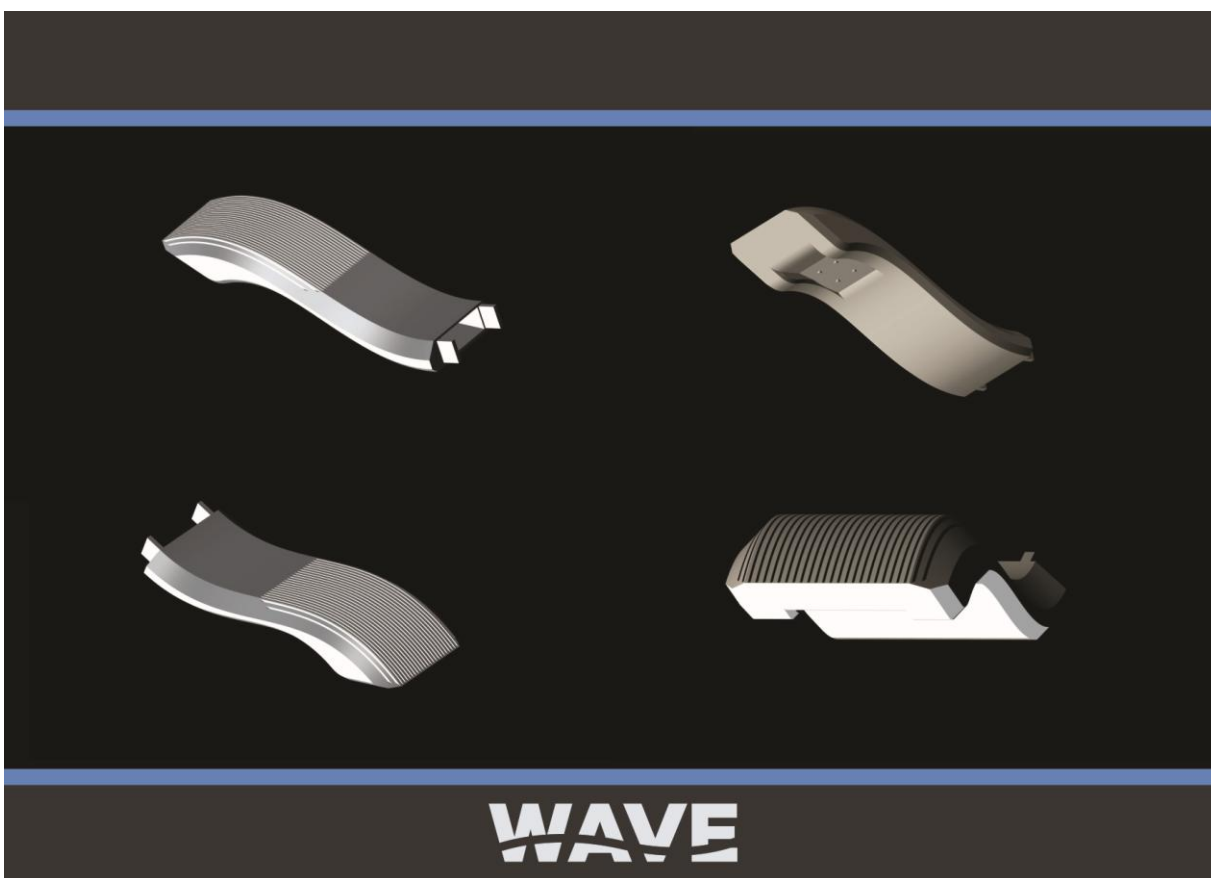


fig.3.5

În imaginea de mai sus fig. 3.5 se poate vedea conceptul corpului de iluminat stradal „Wave”, cu render-ul aplicat și patru vederi expuse. Se poate observa că, corpul este un corp solid, construit dintr-o singură bucată, toată instalația de funcționare fiind în interiorul acestuia, nefiind expusă ochiului. În partea de sus a corpului dispozitivului de iluminat se pot observa nervurile acestuia, care au rol în conducerea caldurii. Un alt aspect care poate fi observat ar fi prinderea acestuia. În prima vedere se pot observa, cele 2 picioare de prindere cu stalpul, iar între acestia, o cavitate ce servește drept lăcaș pentru cutia-aparataj.

În timpul construcției, a fost foarte important să nu fie la vedere nici un aspect de tip componentă de aceea odată ce va fi montat pe stalp, el să pară ca și cum ar fi dintr-o singură bucată.

În cea de-a doua vedere se poate observa modulul led, care a fost selecționat ca fiind cu 4 leduri deoarece puterea care este dorită pentru un corp arhitectural nu trebuie să fie echivalentă în lumeni cu iluminatul stradal, ci considerabil mai mică.

Forma curbată, ceea ce oferă o viziune de inovație și futuristică, este de asemenea un aspect foarte important al acestui corp.

Din cauza formei curbate și detaliilor fine, producția în masă a acestui corp este posibil în momentul de față realizabilă doar în 2 feluri și anume:

- Injectie Masa Plastica
- Imprimare 3D Industrială.

De asemenea, datorită acestor detalii legate de aspect, costurile de producție sunt și foarte ridicate. Acestea sunt afectate de o mulțime de factori.



Fig. 3.6

În figura 3.6 de mai sus se poate observa conceptul corpului de iluminat, activ și inactiv.

De asemenea se poate observa dispersorul folosit pentru o transpunere corectă a luminii pe distanța dorită, iar în figura 3.7 de mai jos se pot observa nervurile a cărui rol este de a purta caldura de la modul.



fig.3.7



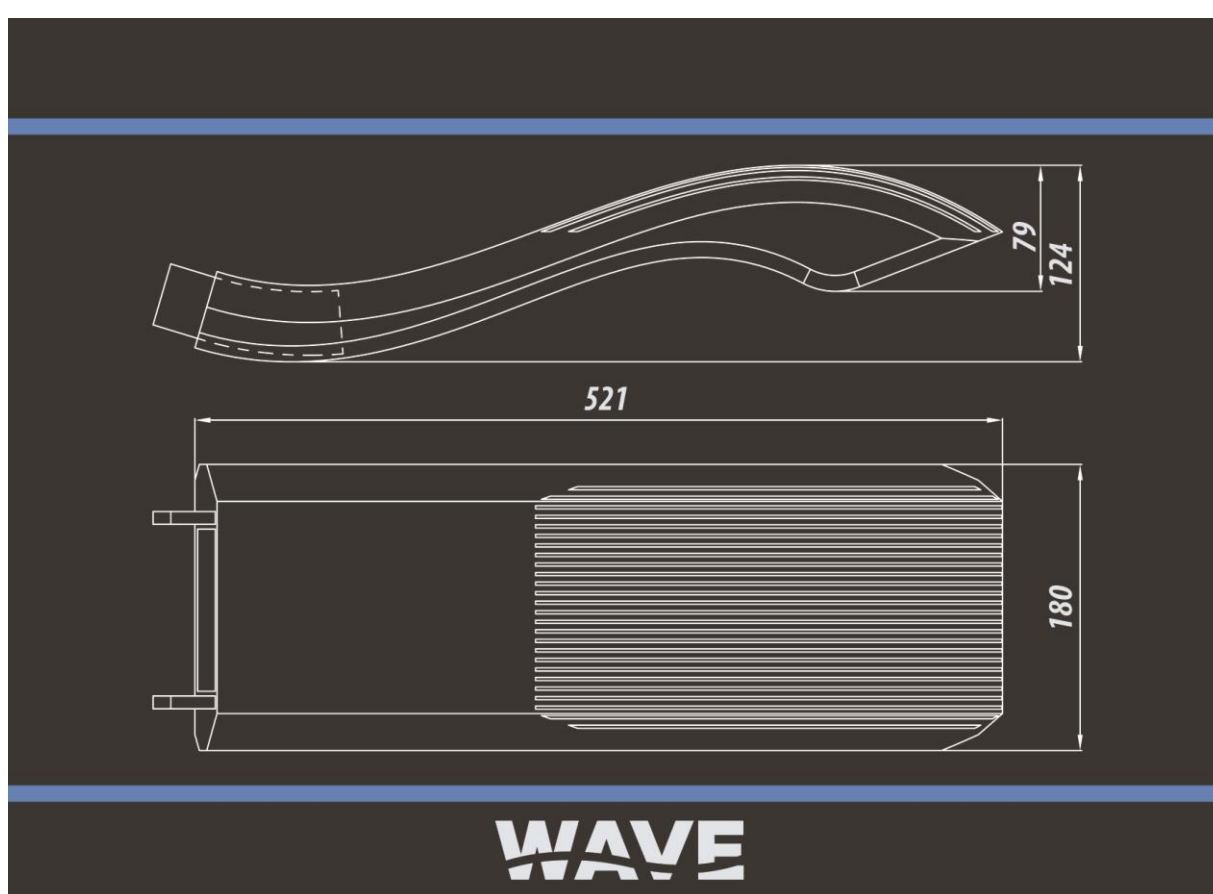


Fig.3.8

În fig.3.8 de mai sus este prezentată schița 2d a conceptului, pe care sunt reprezentate constrângerile sau cotele de gabarit.

**De completat.**

## **4. Tehnologia de fabricație a corpului de iluminat stradal**

### **4.1 Scurt istoric**

Masele plastice sunt materialele create pe bază de polimeri, care prind forma dorită când sunt încălzite și o pastrează la racire. Aceste mase plastice ocupă la momentul de față locul întâi dintre materialele polimere. Conform site-ului Wikipedia, definiția masei plastice este următoarea „Masele plastice (plasticul, plural plasticile) sunt produse sintetice de natură organică, anorganică sau mixtă, care se pot prelucra ușor în diferite forme, la cald sau la rece, cu sau fără presiune.

Celuloidul este considerat cel mai vechi material plastic. A fost fabricat în anul 1870 în Statele Unite ale Americii cu scopul înlocuirii fildeşului bilelor de biliard. În anul 1909, belgianul Leo Hendrik Baekeland care a trăit între anii 1863 și 1944, de profesie chimist, emigrat în Statele Unite ale Americii a descoperit Bachelita.

Bachelita este considerat a fi primul material plastic sintetic, deoarece acesta a fost fabricată în întregime din produse industriale. Acest material s-a folosit foarte mult în bijuterii, radio, telefoane. Conform site-ului Wikipedia, definiția bachelitei este următoarea „Primul material sintetic apărut (1908) a fost rășina fenolformaldehidică numită bachelită.”

### **4.2 Materialele plastice se împart în două mari categorii:**

- Materiale Termoplastice
- Materiale Termorigide
- Materialele Termoplastice.

Materialele Termoplastice sunt acele materiale plastice care se topesc la încălzire, temperatura de topire fiind variată, de la 70-120 grade Celsius.

În momentul când acestea sunt fierbinți și în stare lichidă, aceste materiale plastice pot fi turnate sau extrudate în formă. În momentul când lichidul s-a răcit, acesta se solidifică și rămâne forma în care a fost turnat. În general aceste materiale plastice sunt folosite în industria de producție en-gross.

---

Pentru realizarea acestor materiale se folosesc următoarele reacții chimice: polimerizarea, policondensarea și poliadiția. Exemple de materiale termoplastice obținute după procesul de polimerizare :

- polietilena de joasă densitate (PEJ sau PELD),
- polietilena de înaltă densitate (PIED sau PEHD),
- polipropilena (PP),
- policlorura de vinil (PVC),
- polistirenul (PS),
- acril-butadien-stiren (ABS),
- polimetacrilatul de metil (PMMA),
- polioxidul de metilen (POM),
- politetra-fluor-etilen (PTFE).

Materialele Termorigide reprezintă acele materiale care se întăresc la caldură. Pentru a obține o formă în cazul acestor plastice este necesar modelarea acestuia la rece apoi trebuie încălzit pentru a-și menține forma. Acest tip de plastic se folosește la crearea obiectelor hand-made sau la cele care au nevoie de mai multe detalii.

Principalele proprietăți ale materialelor plastice sintetice:

- Proprietățile optice :
  - permit trecerea razelor ultraviolete, ele fiind observate prin opacitate.
- Proprietățile de antifricțiune :
  - diverse materiale plastice au un coeficient mic de frecare și o uzură redusă.
- Rezistența mecanică:
  - variază în limite largi cum ar fi de la rigide, la elasticitatea redusă (asemănătoare cu a materialelor ceramice, a lemnului), până la flexibile și extensibile (asemănătoare cu pielea și cauciucul, polietena, P.V.C, etc );
- Proprietăți dielectrice: e(materialele plastice sunt în general buni dielectrici și datorită acestui fapt prezintă o importanță deosebită pentru industria electrotehnică);
- Stabilitatea Chimică:
  - este foarte mare comparativ cu metalele (masele plastice se folosesc ca materiale anticorozive la fabricarea de aparate chimice);

- Densitatea:
  - este mult mai mică decât a metalelor (sunt folosite în industria navală, aeronautică, automobile și în transportul feroviar); greutatea specifică între 0,9 și 2,2 gf/cm<sup>3</sup>;

### 4.3 Importanța maselor plastice

Datorită caracteristicilor specifice maselor plastice, se pot realiza produse de înaltă calitate, cu o foarte mare fiabilitate și performanță tehnologică. O medie de ansamblu asupra producției de masă plastică au crescut considerabil, chiar s-a dublat o dată la 5 ani. Acest material a intrat în industrie și au înlocuit materialele clasice cum ar fi lemnul, metalul, ceramica.

Mai jos sunt prezentate o parte dintre domeniile care folosesc masa plastică cel mai mult:

- Construcții de mașini
- Materiale de construcții
- Aeronautice
- Agricultură
- Electrotehnică
- Medicină
- Ambalaje

### 4.4 Procesul de injecție mase plastice

Prelucrarea prin injecție de masă plastică reprezintă procesul tehnologic prin care materialul plastic, adus în stare de curgere prin acțiunea căldurii, este introdus, sub presiune, în cavitatea unei matrițe unde are loc răcirea și solidificarea lui. Odată cu încetarea forței, materialul răcit păstrează forma cavității interioare a matriței în care a fost injectată și din care, după un anumit timp poate fi îndepărtat. (definiție)

Pentru obținerea produselor din mase plastice se presupune ca injecția să fie cel mai intens procedeu industrial.

Pentru ca produsul finit să aibă calitatea dorită este necesar să se verifice principalii parametri tehnologici, aceștia fiind: temperatura materialului, temperatura matriței, presiunea

pistonului în cilindru și durata unei etape a injecției, acest proces extinzându-se în următoarele 7 etape:

- Încărcarea Materialului;
- Topirea materialului în cilindrul mașinii;
- Sigilarea matriței
- Introducerea materialului în stare lichidă în matriță;
- Solidificarea materialului din matriță.
- Desfacerea matriței;
- Scoaterea piesei finale din matriță.



Fig. 4.1

<http://www.ro.all.biz/img/ro/catalog/30693.jpeg>

În imaginea de mai sus se pot vedea granule de diferite materiale plastice, înainte de topire.

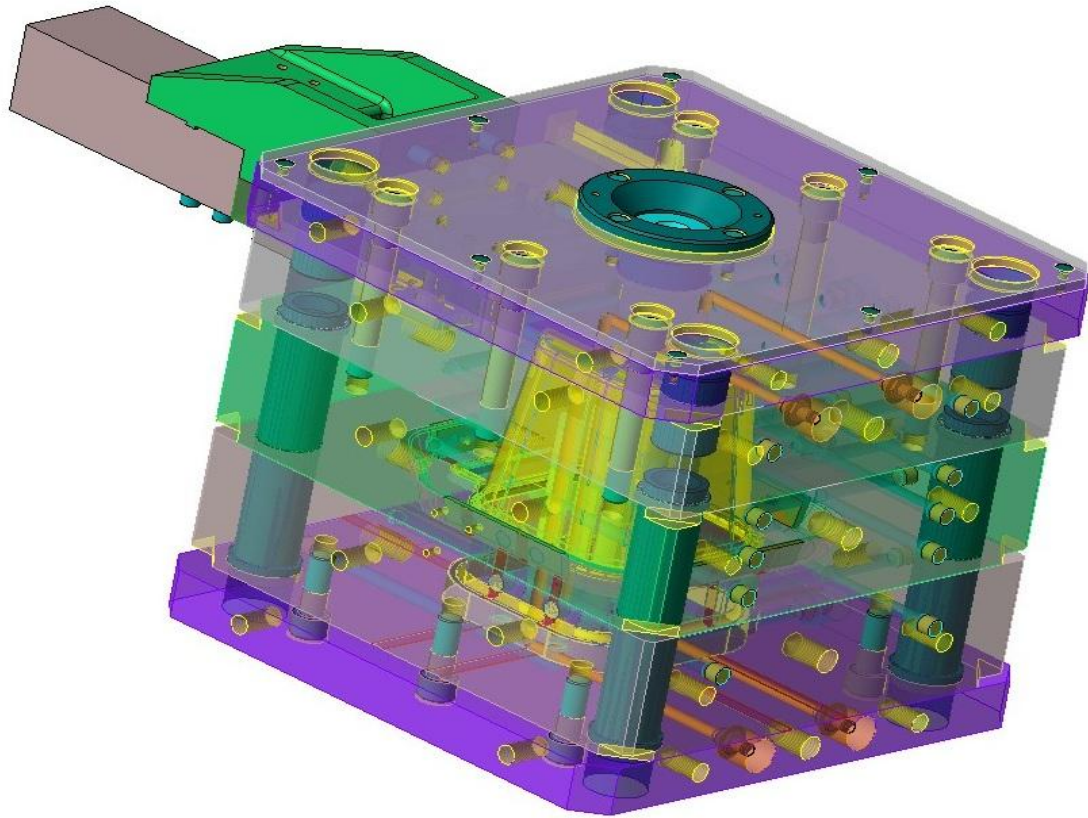


Fig. 4.2

<http://www.completproject.ro/wp-content/uploads/2015/07/img-2.png>

Un exemplu de matriță se poate observa în figura 4.2, se poate observa faptul că matrița este închisă și este realizată în spațiul CAD.

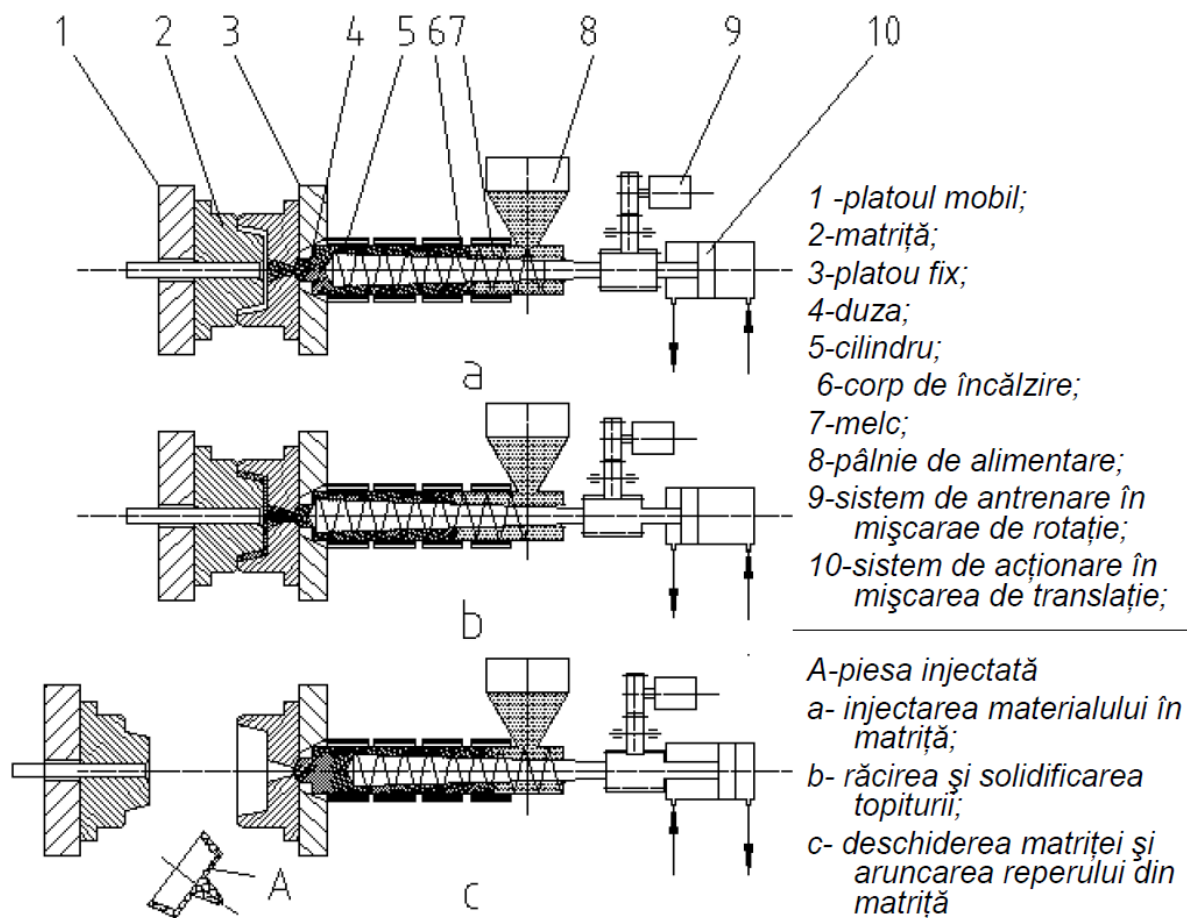


Fig. 4.3

[xa.yimg.com/kq/groups/23251651/79230355/name/C2\\_Injectie+si+design.ppt.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/23251651/79230355/name/C2_Injectie+si+design.ppt.pdf)

În imaginea de mai sus ( fig. 4.3) este prezentat procesul de injecție masa plastică pe toate etapele de fabricație. În pasul a, se poate observa matrița goală, și injectarea materialului în ea.

La punctul b se poate vedea materialul deja extins pe toată matrița și reprezintă procesul de răcire și solidificare a materialului, iar în ultima etapă c, se poate observa deschiderea matriței și aruncarea produsului final.

Temperatura de topire a materialului termoplastice se face prin convertirea energiei mecanice în energie termică prin intermediul fricțiunii.

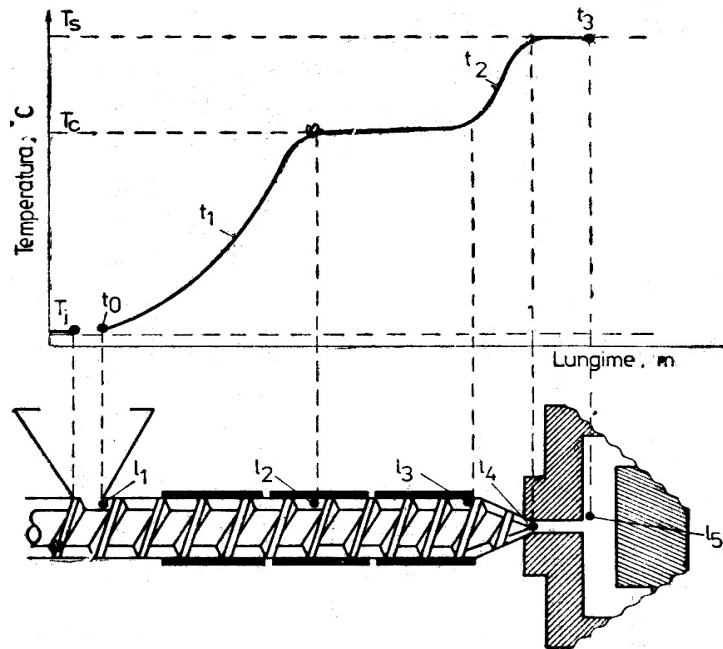
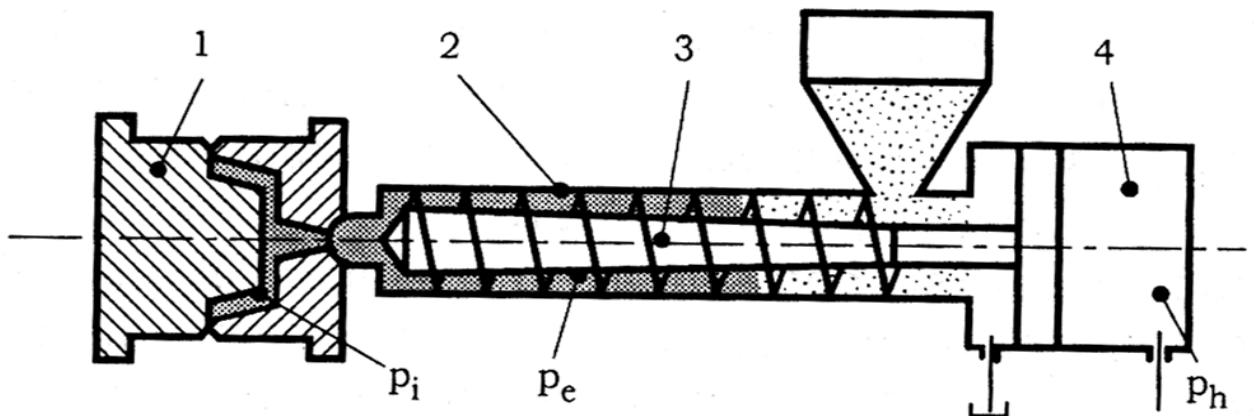


Fig.4.4

În imaginea de mai sus se poate observa cilindrul și o secțiune a matriței și un grafic de temperatură care este critică pentru calitatea produsului final. În figură este prezentată o dinamică a temperaturii materialului de-a lungul cilindrului și a matriței.  $t_0$ -temperatura polimerului la intrarea în cilindru;  $t_1$ - temperatura de topire a polimerului;  $t_2$ -temperatura de injecție;  $t_3$ -temperatura în matriță;  $l_1$  -  $l_5$ - coordonate pe lungimea cilindrului. În interiorul cilindrului, la timpul  $t_1$  are loc încălzirea la temperatura  $T_c$  și plastifierea. Topitura curge în cilindru și duza mașinii și se încălzește până la temperatura  $T_s$ . După umplerea matriței, temperatura materialului din matriță scade mult datorită transferului termic prin pereți.





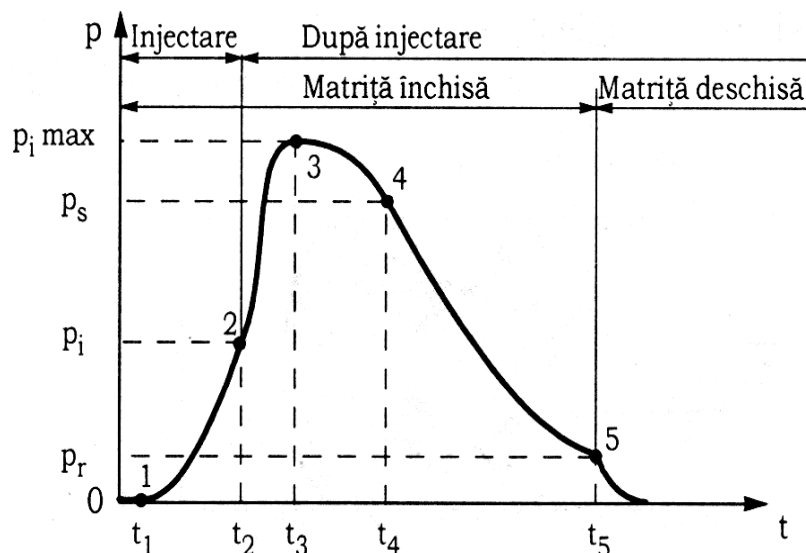


Fig. 4.6

Pe - presiunea exterioară,  $P_i$  - presiunea interioară,  $P_s$  - presiunea la sigiliu,  $P_r$  - presiunea

- umplerea matriței - în momentul umplerii valoarea  $p_i$  crește; (porțiunea de curba 1-2);
- compactizarea - se aplică o presiune ulterioară, (porțiunea de curba 2-3), după care presiunea va scădea până la valoarea presiunii de sigilare  $p_s$  (porțiunea de curba 3-4);
- racirea și evacuarea obiectului din matriță - scădere mai lentă a presiunii (porțiunea de curba 4-5);

#### 4.5 Modul LED

Modulele LED sunt cea mai recomandată soluție pentru iluminat la momentul actual.

Modulele LED sunt conectate prin fire a caror lungime depinde de distanța maximă pentru fiecare tip de modul LED în parte. Numarul de module LED este determinat de:

- grosimea casetei luminoase
- gradul de transparenta al materialelor.

Alimentarea modulelor LED se face cu transformatoare 220v din categoria ALIMENTARE LED.

Modulele led pot fi:

- unicolore
- module led RGB.

## 4.6 PCB

Conform site-ului Wikipedia „Plăcile cu circuite imprimate (PCB) sprijină mecanic și conectează electric componentele electronice utilizând piese conductoare, plăcuțe și alte caracteristici gravate din foi de cupru laminate pe un substrat neconductor.”

În figura 4.7 de mai jos se poate observa constituția unui PCB realizat special pentru corpurile de iluminat. El conține 14 led-uri după cum se vede inscripționat pe placută, iar dimensiunea este de 50 de mm.



Fig. 4.7

## 4.7 Driver

Un driver LED este un dispozitiv electric care reglează puterea unui LED sau a unui șir de LED-uri. Un conducător auto LED răspunde la nevoile în schimbare ale LED-ului sau a circuitului LED, furnizând o cantitate constantă de energie LED-ului, deoarece proprietățile sale electrice se schimbă odată cu temperatura. Un driver LED este o sursă de alimentare autonomă care are ieșiri care corespund caracteristicilor electrice ale LED-urilor.

Driverule pot oferi o diminuare prin intermediul circuitelor de modulare a lățimii impulsurilor și pot avea mai mult de un canal pentru controlul separat al diferitelor LED-uri sau al matriceelor LED. Nivelul de putere al LED-ului este menținut constant de către driverul LED-ului, pe măsură ce proprietățile electrice se schimbă pe parcursul creșterii și scăderii temperaturii observate de LED-uri. Fără driverul adecvat, LED-ul poate deveni prea fierbinte și instabil, provocând astfel o performanță sau un eșec slab.

**Tipuri de drivere LED:**

Există mai multe tipuri diferite de drivere LED. Dimensiunile cele mai obișnuite pentru tensiunea de alimentare sunt de la 2,3 până la 5,5 V, de la 2,7 până la 5,5 V și de la 3 la 5,5 V.

De asemenea, există LED-uri cu tensiune de alimentare de până la 630 V. Curentul de ieșire pe canal poate fi între 250  $\mu$ A și 50 A, iar cele mai comune cipuri având un curent de ieșire pe canal de 20 mA, 25 mA și 100 mA.

În figura 4.8 de mai jos se poate vedea cum arată fizic un driver.



Fig.4.8

Driverul Led sunt aplicate pentru următoarele domenii:

- Iluminat industrial / exterior
- Iluminat comercial
- Iluminat rezidențial
- Camera telefon mobil flash
- Interiorul interior sau lămpile din spate
- Grădină de iluminat
- Lanternă / lanternă portabilă
- indicatoare
- Iluminarea luminilor
- Ecranul de fundal LCD

#### **4.8 Schema electrică, componentele, și specificațiile selectate pentru corpul de iluminat**

## 5. Simularea termică prin convecție și conducție naturală

### 5.1 Metoda elementului finit

Metoda elementului finit reprezintă metoda generală de obținere rezultate aproximative din ecuațiile cu derivate parțiale care definesc sau nu definesc fenomene fizice.

Principiul din spatele acestei metode constă în studierea domeniului de interes pe segmente și recompunerea domeniului de studiu, ținând cont de diverse cerințe matematice.

Ca și procedee utilizate în proiectare Metoda Elementului Finit ajută pentru clarificarea calculelor manuale, a metodelor experimentale, și în simulări numerice asistate de calculator. La momentul de față Metoda Elementului Finit reprezintă cea mai utilizată metoda de realizare a simulărilor numerice implementate pe calculator din inginerie. Un alt plus al aceste metode ar fi faptul ca este integrată cu aplicații specifice CAD/CAID/CAM.

Metoda Elementului Finit poate fi folosită în următoarele domenii de activitate:

- Analize structurale – determinarea stării de tensiune sau de deformație dintr-o structură cerută.
- Analiza termică – determinarea funcției de curent sau a potențialului de viteză.
- Analiza electrică/ magnetică – determinarea fluxului electric sau magnetic

Pentru a implementa Metoda Elementului finit pe un calculator este nevoie de preprocesoare, FE solver, și postprocesoare iar printre software-urile specializate în acest domeniu se numără : ANSYS, SDRC/I-DEAS, NASTRAN, COSMOS, PATRAN, DYNA-3D, LUSAS. Ca și tipuri de Elemente finite putem spune că sunt dispuse în 3 dimensiuni.

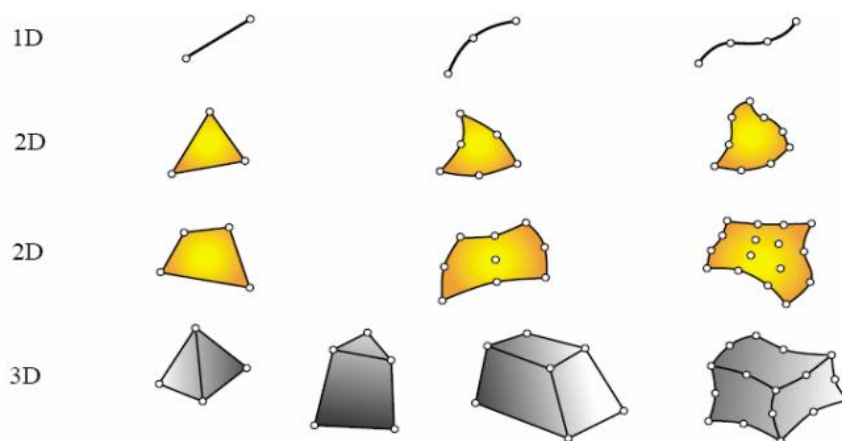


Fig.5.1

Dimensiunea, punctele nodale, gradele de libertate, forțele nodale, și caracteristicile materialului reprezintă atributele elementelor finite.

Ele au următoarele funcții:

- Dimensiunea - după cum se poate observa în figura 5.1, elementele au 3 dimensiuni, 1D, 2D și 3D.
- Geometria elementului - pot avea forme drepte sau curbe și este definită prin modul de dispunere a nodurilor.
- Punctele nodale - ajută la definirea geometriei și la depistarea gradelor de libertate, iar fiecare element are un număr finit de puncte nodale.
- Caracteristicile materialului - cea mai simplă este legea lui Hooke unde comportarea materialului este caracterizată prin modulul de elasticitate, coeficientul lui Poisson și coeficientul de dilatare termică liniară.

Elementele finite sunt clasificate în 5 categorii:

- Elemente structurale primitive (exemplu: bara, grinda, conducta, grinda)
- Elemente finite de mediu continuu
- Elemente finite speciale
- Macroelemente
- Substructuri

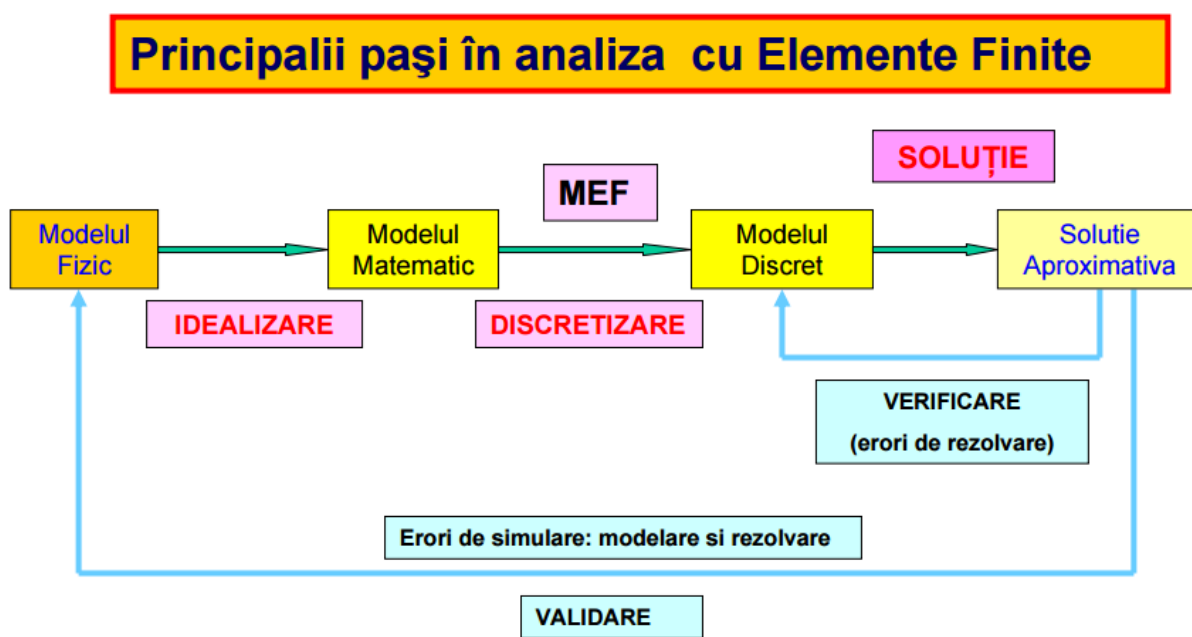


Fig. 5.2

În figura 5.2 se pot observa pașii principali în analiza cu Elemente finite. Putem menționa că pașii cheie în această analiză ar fi Idealizarea, Discretizarea și Obținerea Soluției.

## 5.2 Condiții de frontieră

Conform site-ului Wikipedia „Condițiile la limită sunt restricții impuse pe frontierele domeniului de analiză”.

Condițiile de frontieră reprezintă o necesitate în a fi cunoscută deoarece utilizatorul trebuie să fie capabil să definească corect aceste condiții pentru a ajunge la rezultate corecte și unice.

Condițiile de frontieră sunt de 3 tipuri:

- Dirichlet - În acest caz, valoarea lui  $A$  care reprezintă potențialul magnetic vector este definită pe frontieră, spre exemplu  $A=1$ .

Acest tip de condiție este folosită cel mai des pentru a nu permite fluxului magnetic să treacă de frontieră.

- Neumann.- Această condiție de frontieră permite specificarea derivatei pe direcția normalei a vectorului  $A$  de-a lungul frontierei.
- Robin - reprezintă o îmbinare între cea de tip Dirichlet și cea de tip Neumann, unde apare o relație între valoarea lui  $A$  și derivata sa pe direcția normalei la frontieră.

## 5.3 Discretizarea corpului de iluminat

Discretizarea sau împărțirea în elemente finite e echivalentă cu schimbarea domeniului cu elemente finite de mărime finită, inter-conectate prin intermediul nodurilor având o geometrie simplistă.

- drepte și curbe în situația problemelor uni-dimensionale,
- triunghiuri și dreptunghiuri în situația problemelor bidimensionale,
- tetradere și elemente paralelipipedice pentru situația problemelor tridimensionale.

Aceste feluri de elemente finite dețin un număr finit de puncte nodale cu un oarecare număr de grade de libertate.

Situarea lor în spațiul tridimensional este definită de coordonatele relative la un sistem de coordonate local sau global.

Coordonatele nodurilor și prin funcțiile de interpolare definesc forma fiecărui element finit.

În această etapă trebuie parcurși următorii pași:

- construirea rețelei de elemente este realizată în următoarele sub etape:
- dezvoltarea rețelei de elemente finite, care se bazează pe posibilităților calculatorului utilizat, costurile de obținere și de precizia necesară pentru rezultatele obținute;
- etichetarea nodurilor și a elementelor rețelelor de elemente finite;

Realizarea rețelei de elemente finite este influențată de factori ca:

- forma elementelor finite,
- dimensiunea și numărul de elemente finite folosite pentru discretizarea structurii cercetate.

De cele mai multe ori tipul elementelor finite utilizate depinde de problema fizică.

Spre exemplu, în cazul analizei grinzilor (care sunt supuse la tracțiune-compresiune), se vor folosi elemente de tip bară, pe când la barele foarte scurte solicitate la încovoire se vor folosi elemente finite de tip solid.

Dimensiunea elementelor deține influență asupra convergenței soluției. Spre exemplu, dacă elementele finite sunt de dimensiuni mai mici, rezultatul obținut e mai apropiat de cel exact.

Totodată soluția este influențată și de raportul dimensiunilor semnificative ale elementelor finite bidimensionale și tridimensionale, din aceasta cauză este recomandată evitarea formelor alungite, și raportul dimensiunilor semnificative să fie cât mai aproape de valoarea unitară. Cât pentru gradul de uniformitate al sistemului de elemente finite, este recomandată o discretizare uniformă. În figura 5.3 se poate observa conceptul corpului de iluminat discretizat.

În ecuația de mai jos este descrisă valoarea lățimii de bandă a matricei de rigiditate.

$L_b = g_{ln} \times (d_{if,max} + 1)$  unde:

- $g_{ln}$  - numărul gradelor de libertate pe nod;
- $d_{if, Max}$  - diferența maximă dintre numerele nodurilor ce sunt ale aceluiași element

finit.



Totodată, numărul de ecuații corespunzătoare matricei de rigiditate a unei structuri care are un număr total de noduri  $n_{td}$ , se poate determina cu relația:  $n_{ec} = g_{ln} \times n_{td}$ .

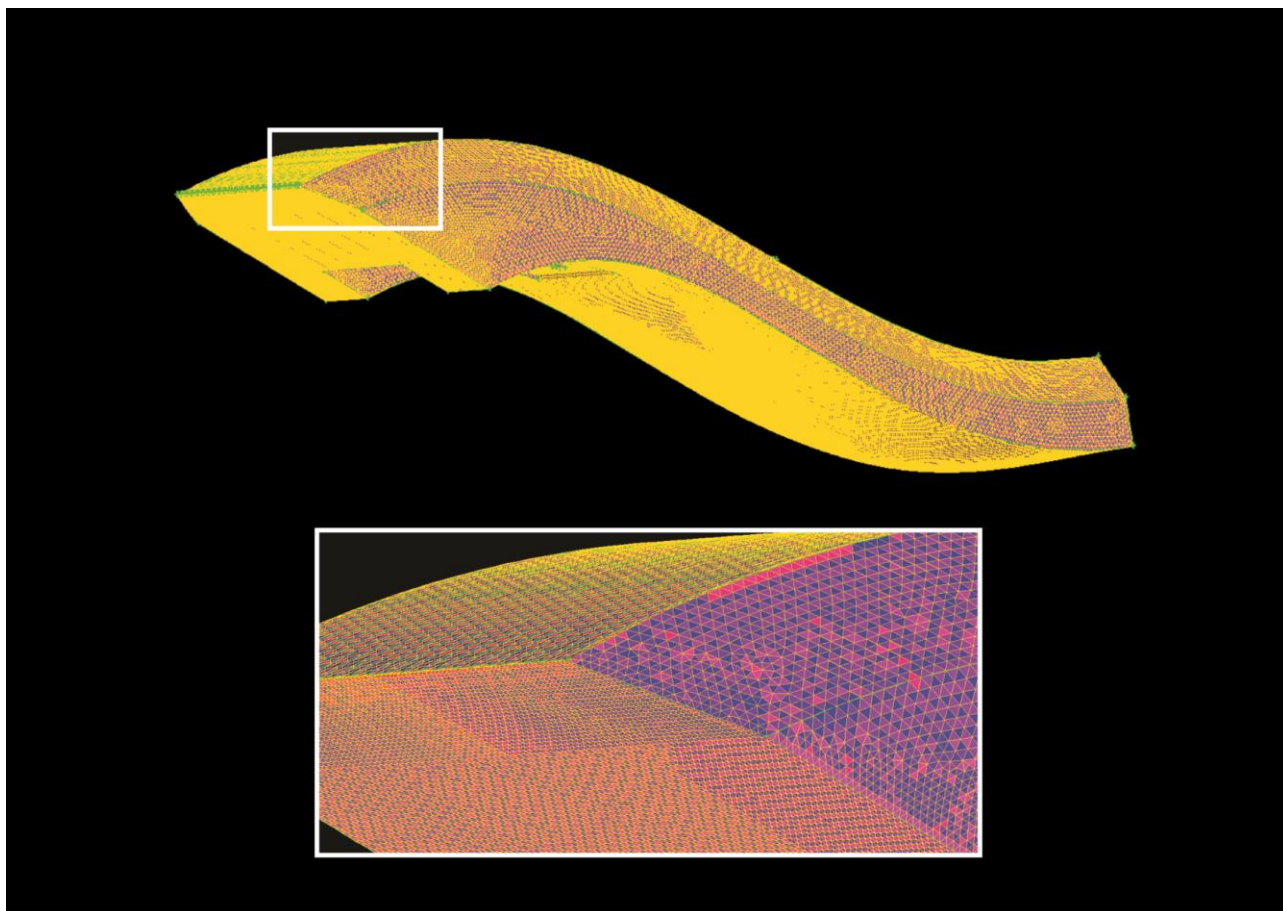


Fig. 5.3

În figura de mai sus se poate observa conceptul corpului de iluminat discretizat.

Rezultarea modelului matematic semnifică o etapă de simplificare a sistemului fizic real, dar obținerea modelului matematic nu este tot timpul simplă.

De multe ori comportamentul acestora este obținut prin sisteme de ecuații diferențiale în timp și spațiu, cu condiții de margine impuse. Aceste modele au o infinitate de grade de libertate.

Pentru rezolvare se poate apela la:

- Soluții de tip analitice – disponibile pentru sisteme cu geometrie simplă, termenii de încărcare și rezemare simple și comportamentul materialului după legi simple.
- Soluții numerice – disponibile pentru o clasa largă de probleme și unde se regasesc procese ca: Metoda Elementului Finit, Diferențe finite, Volume finite etc.

---

Pentru ca simularea numerică să poată fi aplicată practic este necesar ca numărul de grade de libertate să fie reduse la un număr finit. Procesul de reducere a gradelor de libertate este numit discretizare, iar modelul obținut este un model discret.

## 5.4 Analiza numerică Ansys

### 5.4.1 Informativ Ansys

Compania a fost dezvoltată în anul 1970 de John A. Swanson sub numele de Swanson Analysis Systems, Inc (SASI). Principalul sau scop a fost de a dezvolta software de analiză a elementelor finite pentru fizica structurală, care ar putea simula probleme staționare, în mișcare și termice transfer termic. SASI s-a dezvoltat în paralel cu dezvoltarea informaticii și a nevoilor de inginerie. ANSYS cu analiza metodă elemente finite este utilizat pentru analiza decongelare sol. ANSYS este un sistem de lungă durată soft universal pentru analiza cu elemente finite. Acesta este popular cu specialiști în domeniul tehnicii de calcul (CAE, Inginerie asistată de calculator) și soluții de elemente finite pentru liniare și neliniare, probleme de staționare și nestaționare spațiale ale mecanicii corpului rigid și mecanicii de construcții (inclusiv fizic probleme neliniare de interacțiune de contact a elementelor de construcții non-staționare geometric și), probleme ale mecanicii lichide și gaze, de transfer de schimb de căldură și de căldură, electrodinamică, acustică, și, de asemenea, mecanicii de domenii cuplate.

Există mai multe ramuri ale aplicației software Ansys, dar cele mai importante sunt:

- Mecanica corpului rigid
- Mecanica lichide și gaze
- Transfer de schimb de căldură și de căldură
- Electrodinamică
- Acustică
- Provocări interdisciplinare

Când produsul pe care dorim să îl fabricăm este unul pretențios și presupune analizarea mai multor tipuri de solicitări mecanice – eforturi, tensiuni, deformații, vibrații, reacțiunii, tensiuni reziduale, etc – simularea trebuie să ia în calcul mai toate interacțiunile dintre componentele sale, dar și interacțiuni de alte naturi din partea mediului de lucru (condițiile termice, fenomenele electromagnetice, efecte ale fluidelor transferate).

### 5.4.2 Simularea Ansys pe conceptul „Wave”

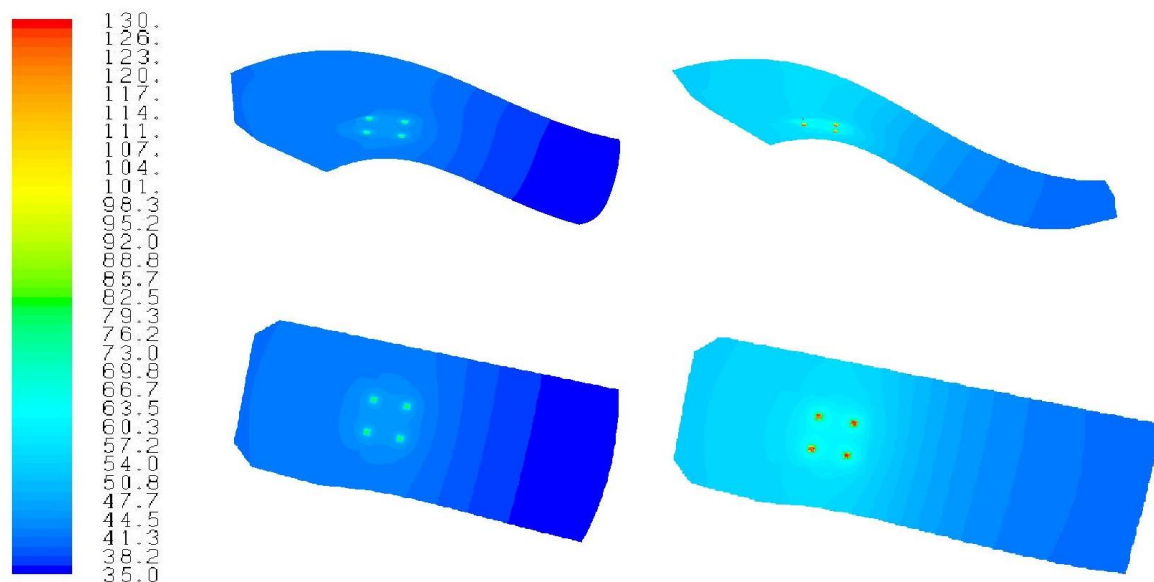
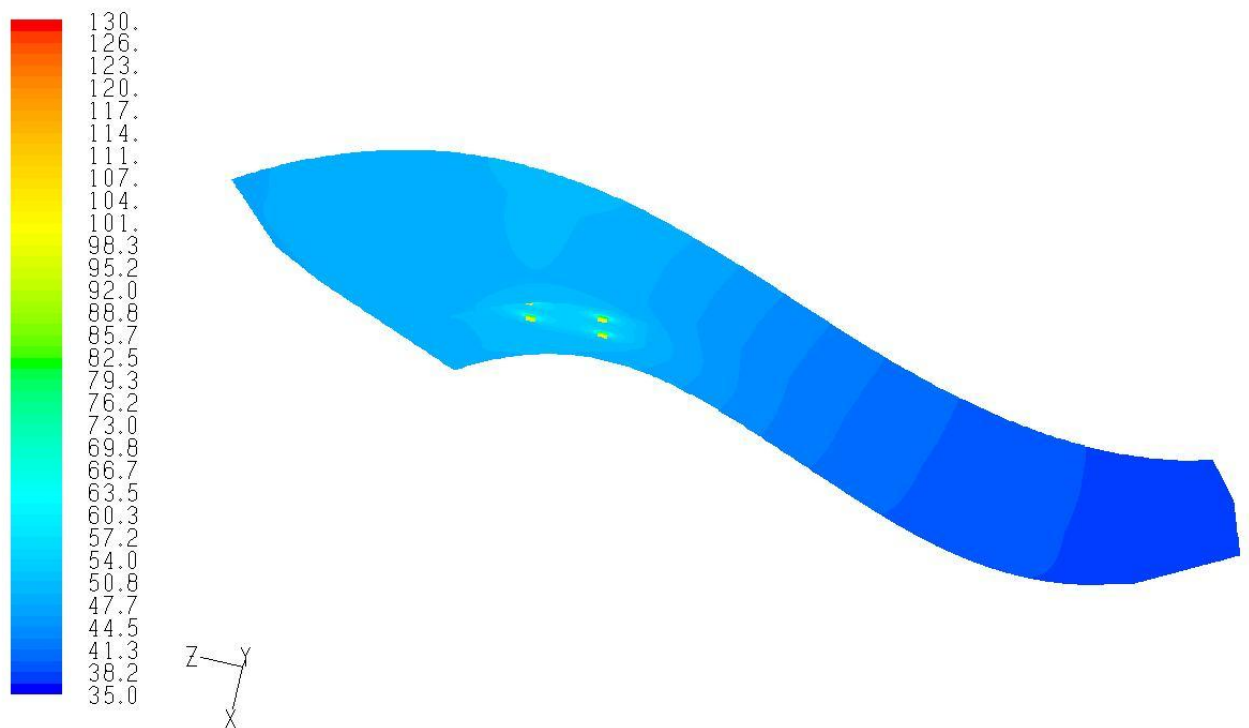


Fig. 5.4



Contours of temp-grad-c

Oct 03, 2016  
FLUENT 6.3 (3d, dp, pbns, lam)

Fig. 5.5

