

Fig.4.10. Tipuri de ecluze: a) cu cap intermediar; b) în trepte; c) în serie; d) ecluză putând funcționa cu schimbarea sensului amonte-aval; e) ecluze gemene; f) ecluze gemene eșalonate

Stațiile de pompare sunt complexul de construcții hidrotehnice și echipamente hidromecanice care asigură alimentarea biefurilor. Sunt amplasate de obicei în vecinătatea ecluzelor și se racordează cu biefurile amonte și aval prin canale de ocolire, paralele cu canalul navigabil.

Podurile canal (fig.4.11) se construiesc în puncte de intersecție ale canalului cu văile marilor cursuri de apă. Construcția lor este similară cu cea a podurilor curente. Problemele speciale pe care le ridică construcția cuvei se referă în special la etanșeitatea în secțiunea curentă, la rosturi și racordurile cu rambleul canalului. Raportul $n = S/\omega$ (vezi explicitarea relației 4.6) poate fi de minimum 2 pentru un singur fir de circulație și minimum 3,50 pentru două fire de circulație. Pentru a se evita ștrangularea traficului, astăzi podurile canal se construiesc cu 2 - 4 fire de circulație.

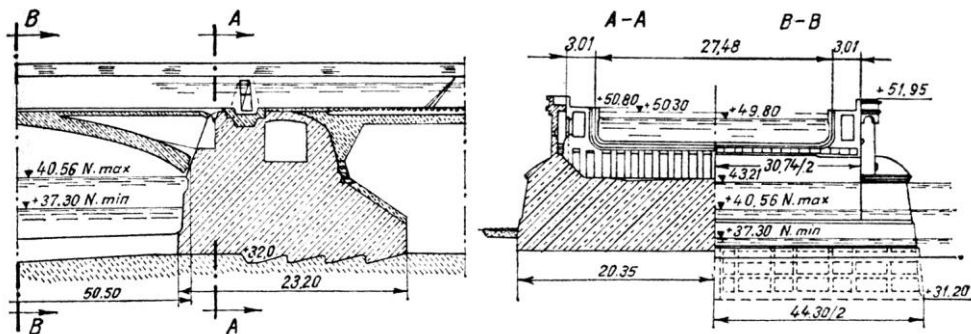


Fig.4.11. Pod canal peste Weser la Minden (Mittellandkanal)

Tunelurile navigabile, reprezintă soluții constructive pentru rezolvarea traversării (subtraversării) canalului, a zonelor înalte sau muntoase.

Această soluție este preferabilă debleelor adânci care ridică adeseori probleme de stabilitate și întreținere complicate și costisitoare, chiar dacă și tunelurile au costuri mari și pun în fața execuției multe dificultăți.

Formele tip și dimensiuni ale gabaritelor acestor lucrări sunt prezentate în fig.4.12.

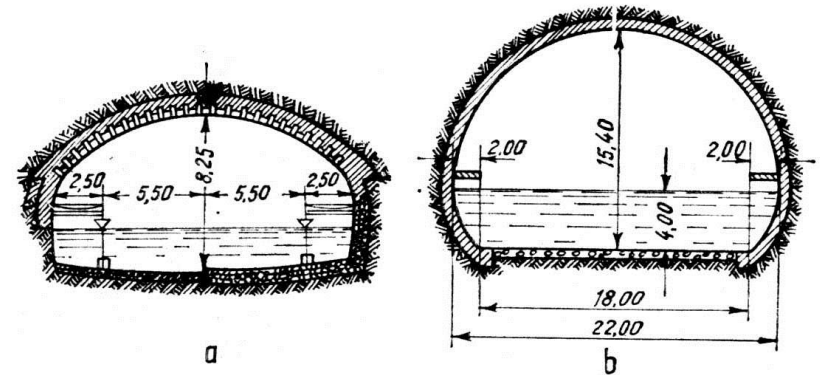


Fig.4.12. Tuneluri navigabile. a) tunel pe canalul Marna - Sena; b) tunelul du Rôve

4.7. Construcții portuare

Prin port, se înțelege complexul de lucrări hidrotehnice amplasate pe malul unui curs de apă, canal navigabil, al unui lac sau țărmul unei mări /ocean, destinat să asigure staționarea în condiții corespunzătoare navelor, în vederea operării lor [1]. Mai pe scurt, portul este o stație de tranzit între căile navigabile și cele terestre. Pentru buna desfășurare a activităților specifice, acesta trebuie să dispună de suprafețe de apă bine adăpostite, (alese în golfuri naturale sau create artificial cu ajutorul digurilor) împotriva valurilor, curenților, depunerilor de aluviuni și uneori a variațiilor mari de nivel (aquatorul). În port, navele trebuie să dispună de suprafețe suficiente pentru staționare, manevrare ușoară și cu deplină siguranță. Toate acestea sunt asigurate de construcțiile, amenajările, instalațiile și utilajele specifice unei activități portuare optime.

4.7.1. Generalități, scheme generale de amenajare a porturilor

Porturile, la fel ca și celelalte construcții hidrotehnice, pot fi clasificate după mai multe criterii:

A. După criteriul *ășezării* lor *geografice*, pot fi:

- *porturi interioare*, situate pe malul râurilor, fluviilor sau lacurilor (ex.: porturile Drobeta Turnu-Severin, Oltenița, Călărași, sau cele situate pe canalul Dunăre - Marea Neagră);

- *porturi maritime*, situate pe țărmurile mărilor sau oceanelor (ex. porturile Marsilia, Dunkerque, Rotterdam, Constanța, Midia, Mangalia etc.);
- *porturi fluvial-maritime*, situate la gurile de revărsare ale fluviilor sau pe sectorul maritim al acestora.

B. După criteriul *destinației / scopului* lor, deosebim:

- *porturi comerciale*;
- *porturi militare*;
- *porturi speciale* (industriale, de iernare, turistice, sportive, pescărești).

C. După criteriul tipului *constructiv*:

- *porturi deschise*, la mări și oceane, deci aflate direct sub influența fenomenului de flux - reflux;
- *porturi închise*, adică izolate de mare cu porți de ecluză.

D. După criteriul importanței și *volumului traficului*, în categorii / clase. Pentru România, conform STAS-4273/1961 posturile se împart în următoarele categorii / clase de importanță:

- *categoria 1*, dacă traficul mediu anual convențional depășește 3.000 KdaN; aici pot fi înscrise porturile de pe căile interioare magistrale sau cele maritime;
- *categoria 2*, dacă traficul mediu anual convențional se înscrie în intervalul (500 ÷ 3.000) KdaN; porturile specifice acestei categorii pot fi cele situate pe căile interioare magistrale sau principale și chiar porturi maritime;
- *categoriile 3, 4*, dacă traficul mediu anual convențional este mai mic decât 500 KdaN; aici se înscriu porturile de pe căile interioare secundare și locale sau puncte organizate de acostare.

Elementele care alcătuiesc un port sunt:

1. suprafața de apă a portului (aquatorul), care cuprinde rada portului (avanportul) și bazinele portuare;
2. suprafața de uscat a portului (teritoriul) în alcătuirea căruia intră: construcțiile de acostare, instalațiile de încărcare - descărcare, depozitele de mărfuri, căile de transport, instalații de alimentare cu apă și energie, instalații de semnalizare, clădirile administrative;
3. parcul de nave pentru exploatarea și întreținerea portului.

Suprafața de apă a portului (aquatorul portului) reprezintă suprafața de apă apărată împotriva valurilor, curenților marini, ghețurilor, aluviunilor, destinată desfășurării operațiunilor portuare, adăpostirii și staționării navelor [1]. Este compusă (fig.4.13) din:

- rada portului;
- bazine portuare;

Rada (avanportul), este suprafața de apă mai mult sau mai puțin adăpostită în care navele staționează și manevrează înainte de intrarea sau plecarea lor în / din portul propriu-zis. În radă se mai execută uneori operațiuni de transbord, eventual de aprovizionare a navelor în trecere.

Radele pot fi naturale (suprafețe de apă adăpostite în interiorul unui golf sau de un șir de insule), sau create în mod artificial prin construirea unor lucrări de

apărare exterioră (diguri de beton ciclopian, stabilopozi, anrocamente). Calitativ, execuția / construcția radelor este caracterizată de înălțimea valurilor ce se produc în interiorul acesteia (înălțimea maximă admisă de val este 1,50 ... 2,0 m, iar în interiorul portului propriu-zis de 0,50 m).

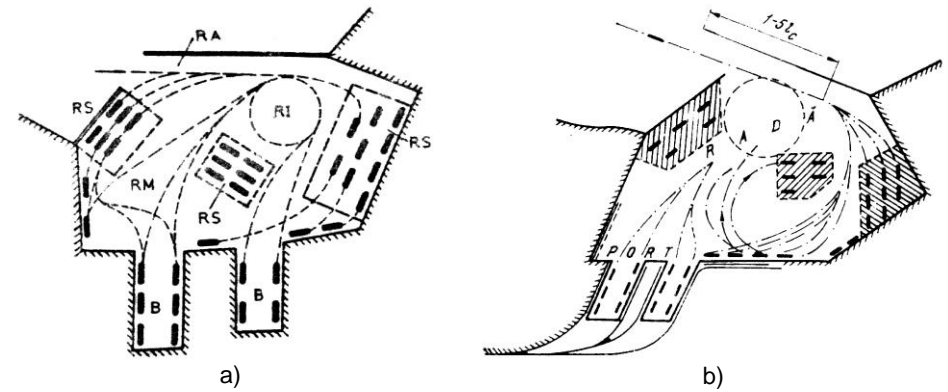


Fig.4.13.

Rada portului este formată din:

- *rada de staționare* (RS în fig.4.13.a), necesară staționării navelor în perioadele când dana este ocupată sau pentru aprovizionare cu apă, combustibil și alimente, sau pentru transbordul mărfurilor de pe o navă pe alta;
- *radele de acces* (RA în fig.4.13.a), în port și *radele de manevră* (RM în fig.4.13.a) folosite de nave în vederea acostării, respectiv plecării din port;
- *rada de întoarcere* (RI în fig.4.13.a), destinată efectuării manevrei de întoarcere a navelor în timpul mersului;
- *rada de desfacere și / sau formare* a convoaielor; sunt specifice porturilor fluviale și fluvial-maritime;

Bazinele portuare (B în fig.4.13.a), sunt suprafețe de apă cu formă geometrică regulată (dreptunghiulare, pătrate, trapezoidale și mai rar triunghiulare) mărginite de construcțiile de acostare.

Gruparea bazinelor portuare se poate face după două scheme fundamentale:

- în "dinți de pieptene" (fig.4.14.a)
- radială (fig.4.14.b).

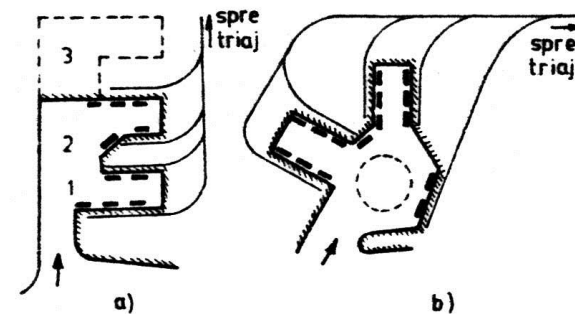


Fig.4.14

Avantajul principal al schemei radiale este acela că permite dezvoltarea circulară a bazinelor portuare în jurul unui bazin central, avantaj care lipsește primei scheme, dar care limitează posibilitățile de extindere.

Gura de intrare în sistemul de bazine trebuie să asigure atât din punct de vedere calitativ cât și cantitativ încrucișarea a două nave de calcul, eventual a două convoaie. În același timp, gura de intrare trebuie să fie cât mai îngustă pentru a împiedica accesul curentului și a aluviunilor în port. Din același motiv, în cazul unui bazin sau canal de acces foarte lat, aceasta se amplasează în extremitatea sa aval (vezi fig.4.15.b).

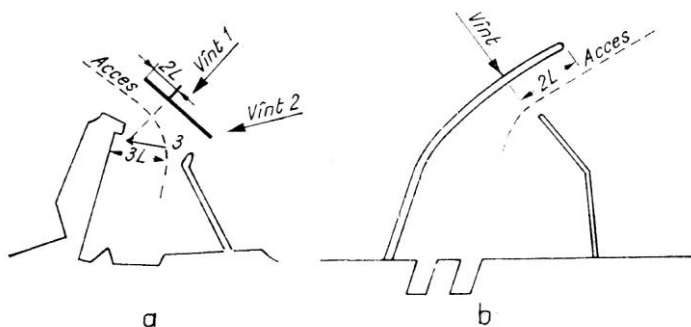


Fig.4.15. Amenajarea intrării într-un port maritim
a) cu zid antemural; b) cu prelungirea digului de sub vânt

Porturile maritime au de obicei o singură gură de intrare, dar pentru siguranță și fluenta traficului se pot prevedea mai multe, cu orientări diferite. Navele pot astfel folosi o gură sau alta, după direcția furtunii și valurilor, iar drumul parcurs de ele în aquatoriu mai scurt, manevrele mai ușoare. Prezintă însă dezavantajul că astfel se favorizează pătrunderea valurilor și aluviunilor în port.

Gura / gurile de intrare se amplasează în zone cu funduri stabile, unde adâncimile necesare sunt asigurate în mod natural. Lățimea gurii de acces trebuie să fie cu cel puțin 3 ÷ 4 lățimea navei de calcul, astfel ca aceasta să poată pătrunde în port chiar și în timpul furtunilor puternice cu o viteză moderată, care să-i permită accesul la cheu. În porturile mari are valori între (200 ÷ 300) m, în cele de cabotaj (100 ÷ 150) m, și (30 ÷ 50) m, pentru cele pescărești sau turistice. Unghiul dintre direcția vânturilor de intensitate maximă și direcția de intrare trebuie să fie cuprins în limitele 30° ÷ 70°, iar drumul de acces se trasează normal pe liniile de undă din spectrul de valuri al intrării (vezi fig.4.15). Accesul navelor prin gura de intrare poate fi ușurat prin prelungirea digului de sub vânt cu cel puțin două lungimi de navă de calcul sau prin construirea unui dig sparge-val / antemural în fața intrării.

Frontul de acostare (cheul), cuprinde totalitatea construcțiilor executate de-a lungul aquatorului, pentru acostarea navelor și desfășurarea operațiunilor de încărcare - descărcare a mărfurilor sau tranzitul pasagerilor. Profilul transversal al frontului de acostare poate fi cu taluz, vertical, mixt sau cu platforme etajate (vezi fig.4.16.a-e).

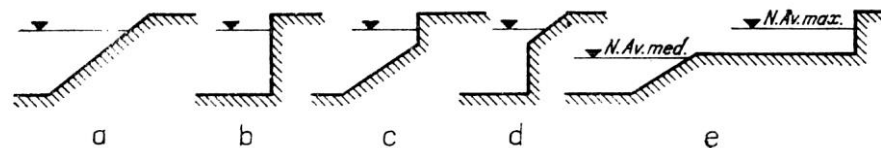


Fig.4.16. Profilul frontului de acostare
a) cu taluz; b) vertical; c,d) mixt; e) platforme etajate

Profilul cu taluz este cel mai economic și lucrează cel mai bine față de acțiunea ghețurilor, însă îngreunează operațiile navelor din cauza depărtării acestora de cheu, care sporește odată cu scăderea nivelului apei. Pentru remedierea acestui neajuns se utilizează escade și pontoane de acostare.

Profilul vertical este mai scump de (3 ÷ 5) ori, mai greu de executat și lucrează greu la împingerea ghețurilor. Prezintă însă avantaje pentru exploatare și permite sporirea suprafeței platformelor. Se utilizează numai pentru lucrări definitive cu un tranzit anual de (400 ÷ 500) tf pe metru liniar de cheu. Din punct de vedere constructiv, acest tip de lucrare poate fi executat ca și:

- cheu de greutate;
- cheu cu pereți de palplanșe;
- cheu de tip radier pe piloți sau coloane.

Alcătuirea generală a cheurilor cu profil vertical (în două variante), este prezentată în fig.4.17.a,b.

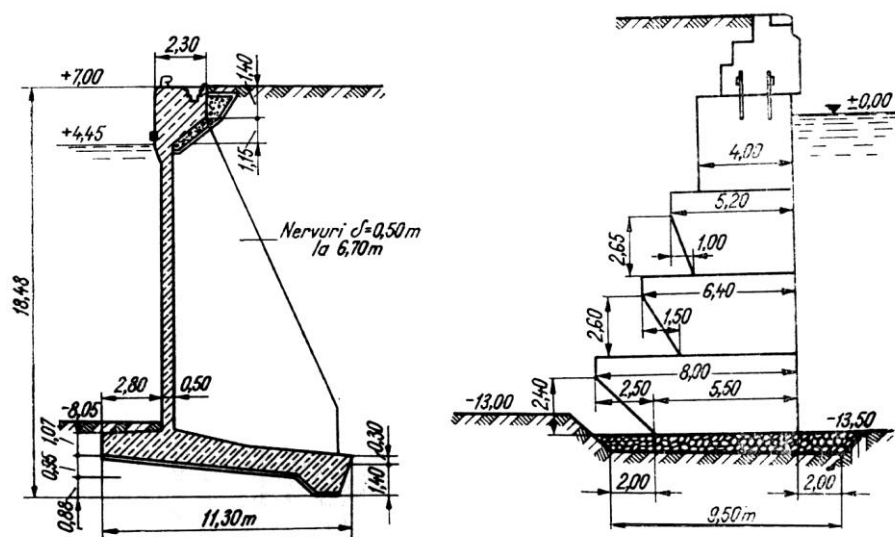


Fig.4.17. Cheuri cu profil vertical. a) Cheu de beton armat în formă de L în portul Rotterdam; b) Cheu din blocuri de beton în portul petrolier Lavera

Profilul cu forme etajate se utilizează mai rar, pe râuri cu variații mari de nivel (7 ÷ 8) m. Operațiile de exploatare se fac alternativ la platforma joasă sau înaltă, în funcție de nivelul apelor.

Înălțimea (cota) coronamentului cheurilor porturilor interioare se stabilește din condiția de inundabilitate. Asigurarea de calcul este 1 % pentru porturile de categoria I, 5 % pentru cele de categoria a II-a sau a III-a și 10 % pentru categoria a IV-a. Cota coronamentului se fixează cu 0,50 m peste aceste niveluri.

Teritoriul portului, este alcătuit din:

- fâșia de teren necesară frontului de acostare și operațiilor pe care se face tranzitul navă - cheu, circulația și depozitarea mărfurilor; lățimea minimă necesară este de (70 - 110) m, iar cea maximă de (200 - 250) m dacă se construiesc și depozite de linia a doua (antrepozite).
- suprafața de teren necesară dotărilor cu caracter general (clădiri administrative, social-culturale, sistemul de drumuri și căi ferate); aceasta reprezintă cam (20 ÷ 25) % din suprafața anterioară.

Suprafața totală a teritoriului portuar variază în limite foarte largi, fiind necesari (100 ÷ 300) m² platformă pe metru liniar de cheu operațional.

Organizarea a teritoriului unui port interior mixt la fluviu și în bazin este prezentată în fig.4.18.

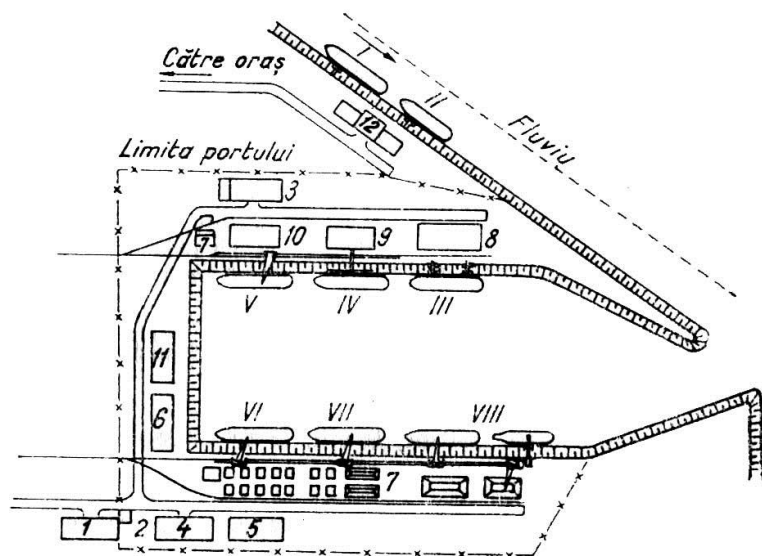


Fig.4.18. Organizarea unui port interior dezvoltat mixt:

- I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII - dane de încărcare-descărcare; 1- administrația portului; 2- control; 3- garaj și punct de încărcare; 4- ateliere, stație electrică; 5- cantină; 6- sală pentru docheri; 7- mărfuri de masă; 8- siloz de cereale; 9, 10- mărfuri generale; 11- depozit de materiale; 12- gară fluvială de călători

4.7.2. Construcții exterioare de apărare a porturilor maritime (digurile)

Construcțiile exterioare de apărare a porturilor maritime sunt destinate apărării aquatorului portului împotriva fenomenelor:

- hidrologice (valuri, curenți maritimi, marea);
- morfologice (aluvionări și înnisipări).

Adeseori aceste construcții de apărare mai servesc și la acostarea navelor, prin amenajări de dane pe latura lor interioară pentru mărfuri care nu reclamă o suprafață de apărare mare (mărfuri lichide) sau pentru pasageri.

Aceste construcții constituie unul dintre cele mai importante elemente ale portului, deoarece condiționează/influențează întreaga activitate a acestuia, începând cu accesul navelor, intrarea și ieșirea din port, până la staționarea și operarea lor. De asemenea construcțiile exterioare influențează direct fenomenele morfologice ale țărmului din sectorul unde se construiesc [1].

Caracteristicile acestor lucrări sunt următoarele:

1. soluția constructivă, dimensiunile, tehnologia de execuție depind de configurația și structura geologică a fundurilor și malurilor, de regimul valurilor și nivelurilor de curenți marini și regimul aluviunilor;
2. adâncimea fundurilor pe care trebuie să se așeze aceste construcții este în general foarte mare (10 ... 60) m; necesită în consecință mari volume de materiale (ex. pentru portul Constanța Sud - Agigea au fost necesare aproape 100 milioane metri cubi);
3. cerința existenței în apropierea locului de execuție (materiale locale) a materialelor necesare, în special piatra și nisipul;
4. necesitatea existenței unui parc numeros de nave, utilaje specializate și personal tehnic calificat;
5. proiectarea și execuția rațională/economică nu este posibilă fără numeroase și îndelungate studii de teren, mai ales cele referitoare la regimul vânturilor și valurilor, sau evoluția morfologică a fundului și malurilor.

Construcțiile exterioare de apărare sunt digurile, care pot fi:

- *diguri propriu-zise*, când una dintre extremități este legată cu țărmul;
- *diguri sparge-val* (antemural), dacă sunt situate în larg, nelegate cu țărmul și cu un traseu mai mult sau mai puțin paralel cu acesta;
- *jetele*, dacă sunt diguri de construcție mai ușoară și care protejează șenalul de acces spre port.

Din punct de vedere constructiv, lucrările de apărare pot fi cu profil vertical sau în taluz.

Materialele utilizabile pentru execuția digurilor sunt betonul și betonul armat, dar mai ales stabilopozii (vezi fig.4.19), piatra brută sortată după categorii de greutate, nisipul sau chiar deșeurile rezultate din construcții și demolări (pentru umpluturi ale corpului digurilor), deci materiale rezistente la acțiunea erozivă a valurilor, sării, gheții sau algelor, energiei solare sau variațiilor diurne de temperatură.

Exemplificări ale detaliilor de execuție și alcătuirii digurilor (secțiuni transversale) cu profil în taluz și vertical sunt prezentate în fig.4.19, respectiv 4.20.

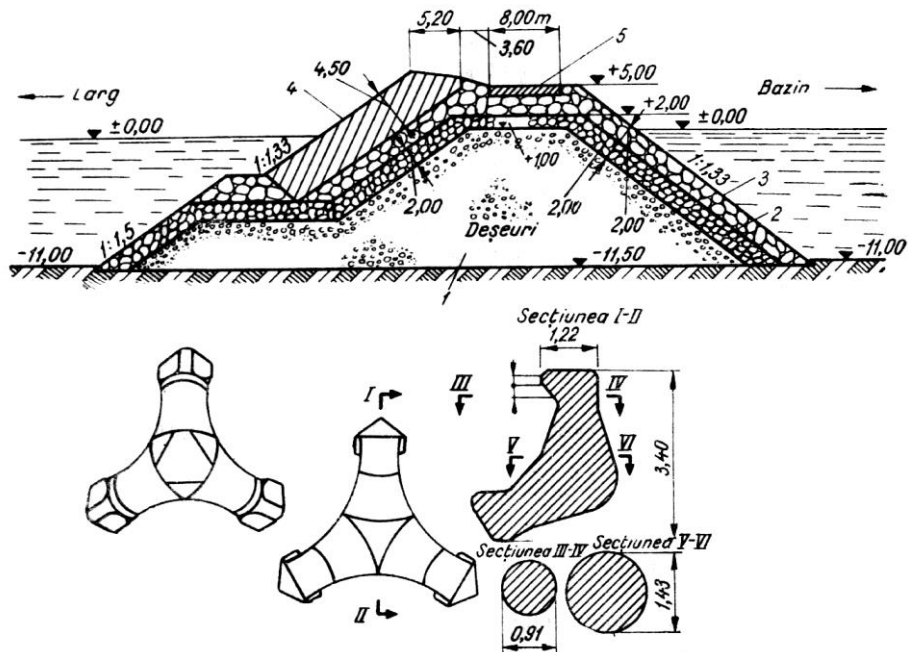


Fig.4.19. Dig cu stabilopozi în portul Constanța
1- piatră nesortată, sub 2 tf; 2- blocuri de piatră, de (2 ÷ 10) tf; 3- blocuri de piatră de (10 ÷ 12) tf; 4- stabilopozi de 20 tf; 5- placă de beton

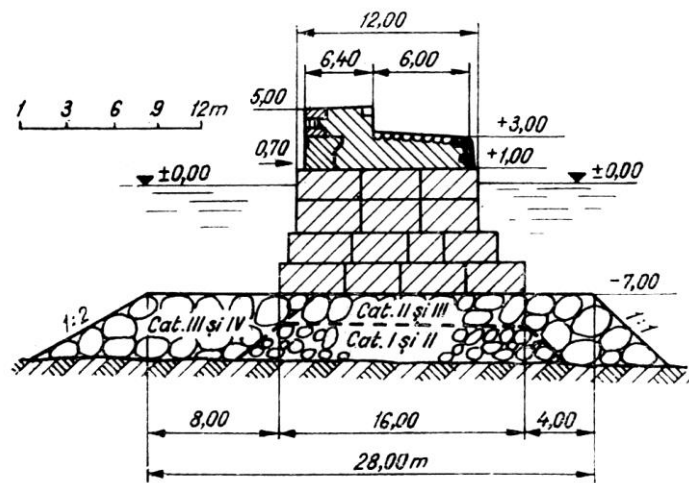


Fig.4.20. Dig vertical din blocuri artificiale (portul Itepani- Italia)
I, II, III, IV anrocamente de categoria I, II, III sau IV

4.7.3. Porturi interioare, exemplificări

Porturile interioare, amplasate pe malurile concave ale fluviilor, râurilor sau canalelor navigabile și lacurilor, se execută pe un șenal navigabil cu adâncimi suficiente navigației pe întreaga perioadă a anului, ferit de acțiunea ghețurilor sau curenților puternici. Referitor la locul de amplasament, o atenție deosebită trebuie acordată dezvoltării bancurilor în apropierea porturilor în sensul tendințelor de extindere sau de migrarea acestora. În mod obișnuit se preferă amplasarea porturilor în amonte de bancurile și a punctelor de confluență cu alte râuri.

Dacă portul se amplasează pe un sector rectiliniu sau pe maluri slab concave, se poate obține curbura prin lucrări de regularizare (vezi fig.4.21).

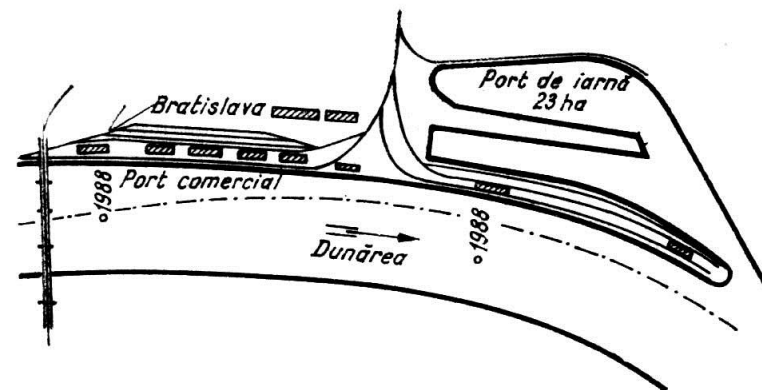


Fig.4.21. Portul Bratislava

De asemenea, o atenție deosebită trebuie acordată legăturii portului cu rețeaua de drumuri, căi ferate, centre populate și industriile pe care le deservește.

Majoritatea porturilor românești de la Dunăre s-au dezvoltat exclusiv de-a lungul malului. Excepție fac porturile Giurgiu, Cernavoda, Brăila și Galați.

Între cele mai mari și moderne porturi interioare românești se numără portul Medgidia și Basarabi.

Portul Medgidia, situat pe malul drept al canalului Dunăre - Marea Neagră (în dreptul localității Medgidia), are dane specializate pentru mărfuri comerciale și industriale, o dană pentru pasageri și radă de staționare, desfacere și refacere de convoaie amenajată. Are deci o dezvoltare mixtă.

Portul Basarabi, (vezi fig.4.22) este situat de asemenea pe malul drept al canalului Dunăre - Marea Neagră și cu o dezvoltare mixtă. Este prevăzut cu dane comerciale, cu dană pentru pasageri și șantier de reparații navale și execuție barje cu platforme și cale de lansare.

Porturile maritime sunt amplasate în golfuri naturale sau artificiale adânci și bine adăpostite, sau în spatele unui cordon (arhipelag) de insule, pentru a putea îndeplini condițiile de bază cerute de o exploatare și întreținere optime atât tehnic

cât și economic. În mod cu totul general, din punctul de vedere al amplasamentului, porturile maritime se pot împărți în:

- porturi maritime pe funduri stabile (stâncoase), cu transport aluvionar neînsemnat;
- porturi maritime pe funduri mobile (nisipoase), cu un puternic transport de aluviuni, datorită curenților maritimi și valurilor.

Între porturile maritime renumite pot fi enumerate portul Marsilia, Le Havre, Rotterdam, Amsterdam, Dunqerque sau Constanța. Portul Constanța situat la Marea Neagră își trage originile din existența cetății Tomis, întemeiată de greci în sec.VI î.C. De-a lungul secolelor, existența și evoluția acestuia a fost sinuoasă. Cea mai mare dezvoltare (extindere) a căpătat între anii 1964 - 1972, când prin construcțiile noi și moderne adăugate portului vechi, portul Constanța Sud - Agiea (vezi tab.4.1 și fig.4.23) se încadrează în familia marilor porturi ale lumii.

Tabelul 4.1.

Nr. crt.	Elemente caracteristice	U.M.	Portul vechi	Portul extins	Portul Constanța Sud	Total
1.	Lungimea digurilor de adăpostire	m	2407	5334	10500	18241
2.	Suprafața totală a incintei, din care:	ha	199	523	2500	3222
	suprafața teritoriilor	ha	135	269	1300	1704
	suprafața aqvatorului	ha	64	254	1200	1518
3.	Lungimea frontului de acostare	m	2900	10500	50000	63400
4.	Adâncimea la intrare	m	10	14,5	23	10 ÷ 23
5.	Adâncimea la cheuri	m	8; 9; 10	11,5; 14	7; 115; 14,5; 19	8 ÷ 19
6.	Capacitatea de trafic	mil.t/an	4,5	51	170	225,5
7.	Lungime drumuri	km		80	200	280
8.	Lungime căi ferate	km		144	180	324
9.	Lungime rețea apă-canal	km		200	600	800
10.	Depozite acoperite	mii mp		320	2000	2320
11.	Cantități de lucrări:					
	Umpluturi în teritorii anrocamente	mil.mc		30	270	300
	betoane	mil.mc		6	80	86
	echipamente	mil.mc		0,7	3	3,7
		mii. t		50	200	250
12.	Forța de muncă	mii oameni		3,5	10	13,5

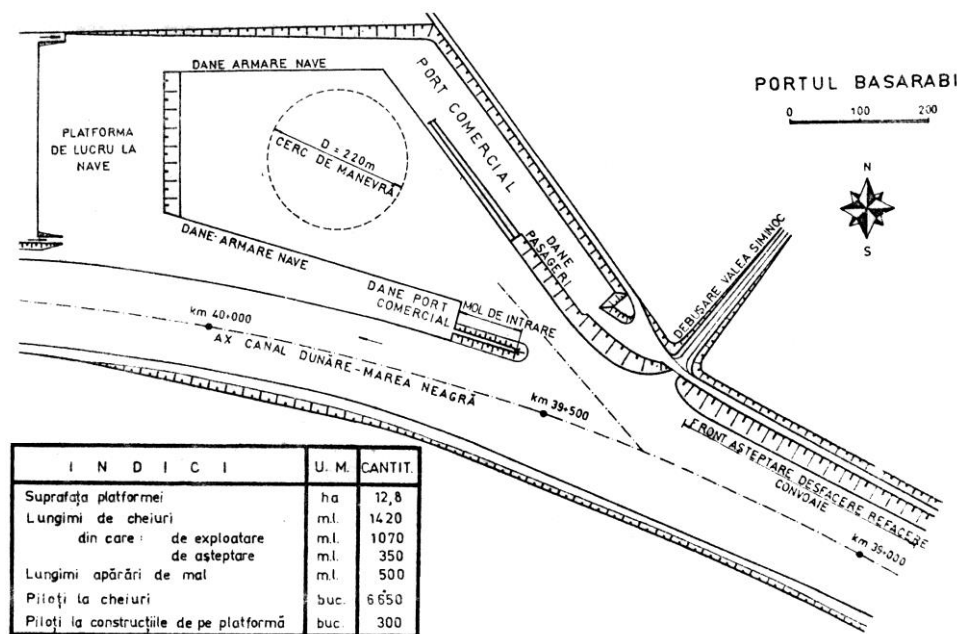


Fig.4.22.

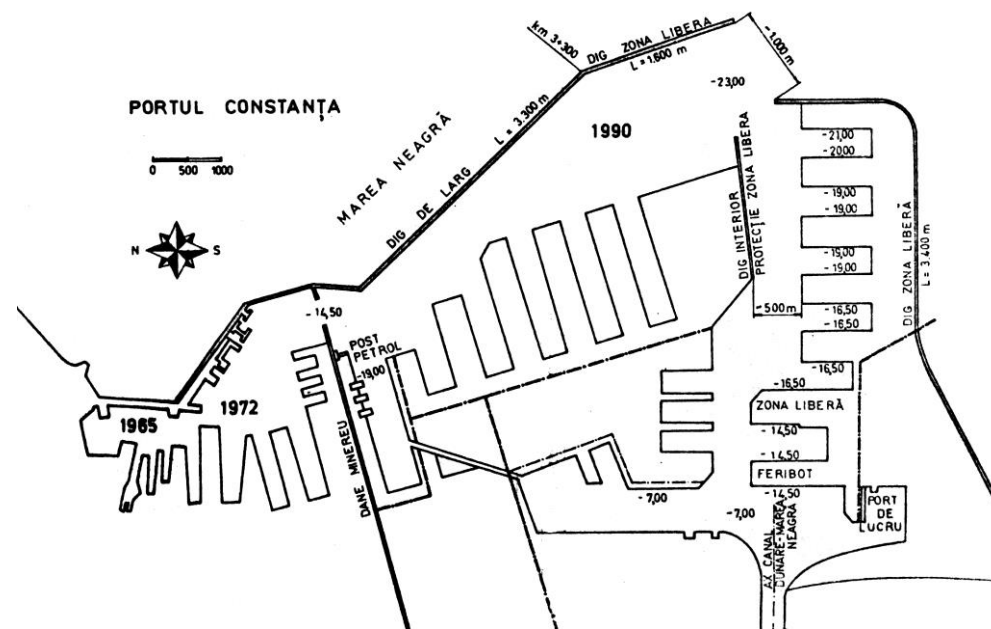


Fig.4.23.