

Vzduchová technika v potápění

(Funkce plicních automatik)

V bodech

- Historie potápění
- Vidění pod vodou
- Slyšení pod vodou
- Plicní automatika

Historie potápění

Lidé se potápěli odnepaměti, ať již kvůli obživě, zvědavosti nebo kvůli perlám. Jejich cílem bylo zůstat pod vodou co nejdéle, a proto hledali způsob jak dostat zásobu vzduchu pod vodu. První dochované záznamy o potápěčích jsou staré 6000 let.

Starověký potápěč – potápěč s pružným koženým zásobníkem vzduchu

- Vak splňoval podmínku shody tlaku vzduch s tlakem okolního prostředí.
- Tehdejší kožený akvalung se principem nelišil od soudobého.
- Boyleův – Mariottův zákon.
(Při izotermickém ději s ideálním plynem stálé hmotnosti je tlak plynu nepřímo úměrný jeho objemu.)



Antický keson



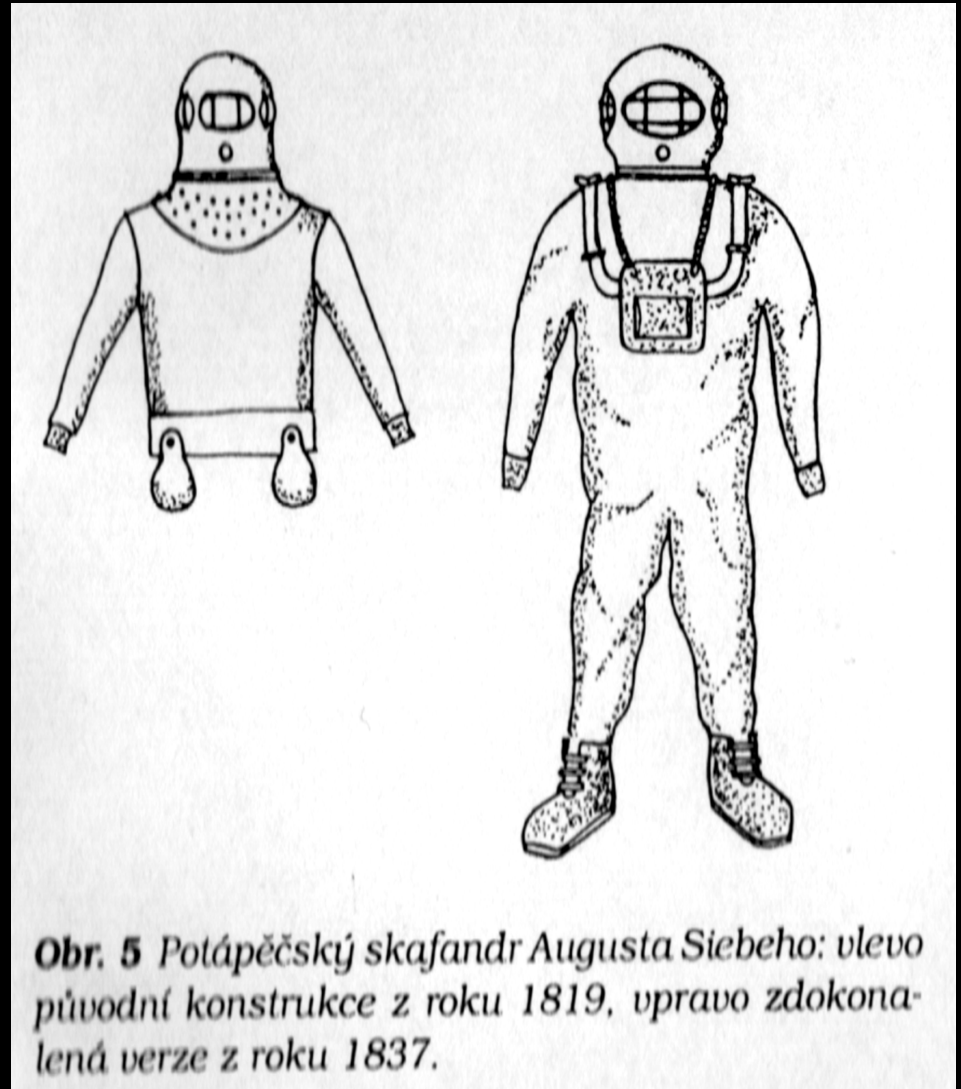
Obr. 3 Za předchůdce potápěčských zvonů jsou považovány ponořené sudy, v nichž se potápěči nadechovali.



Obr. 4 Potápěčský zvon ze 16 století.

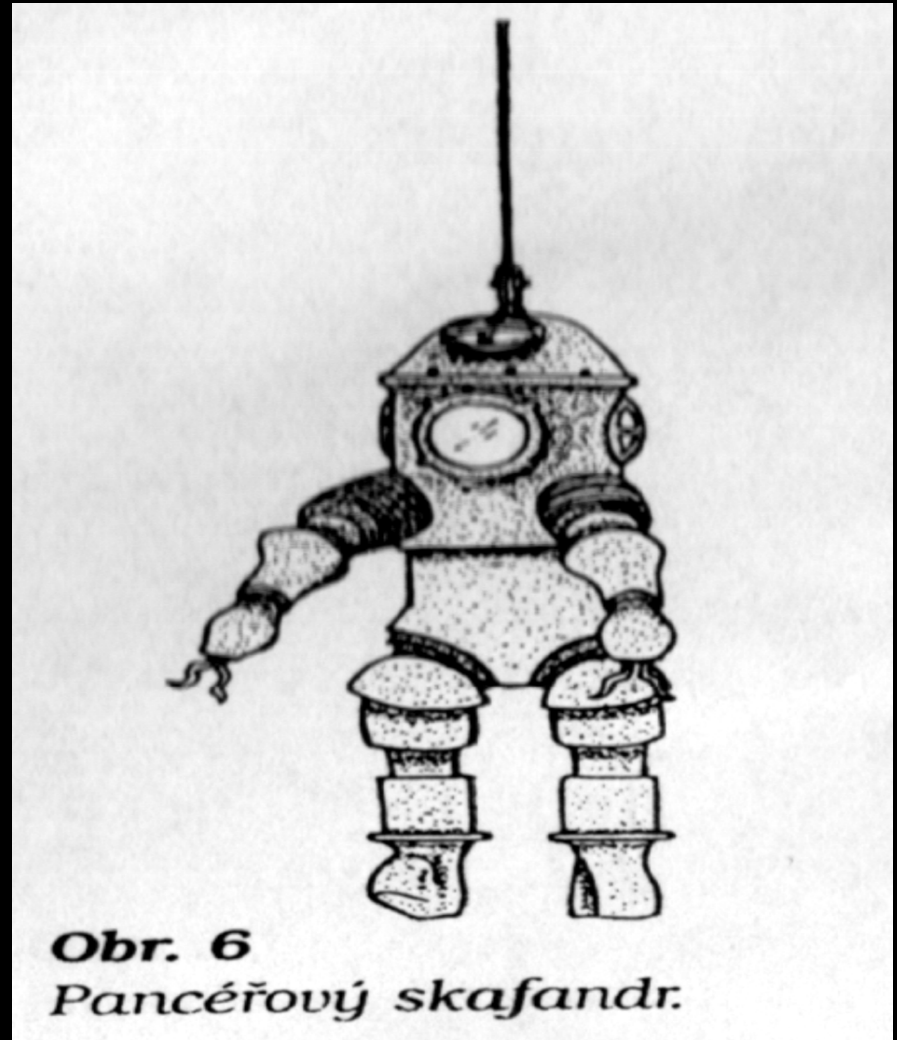
Skafandr Augusta Siebeho

- Počátkem 19. století se objevuje 1. potápěčský skafandr, jehož tvůrcem je Augustus Siebe.
- -do pasu (1819)
nemožnost ohnutí
- -celkový (1837) velmi těžký ,omezený pohyb



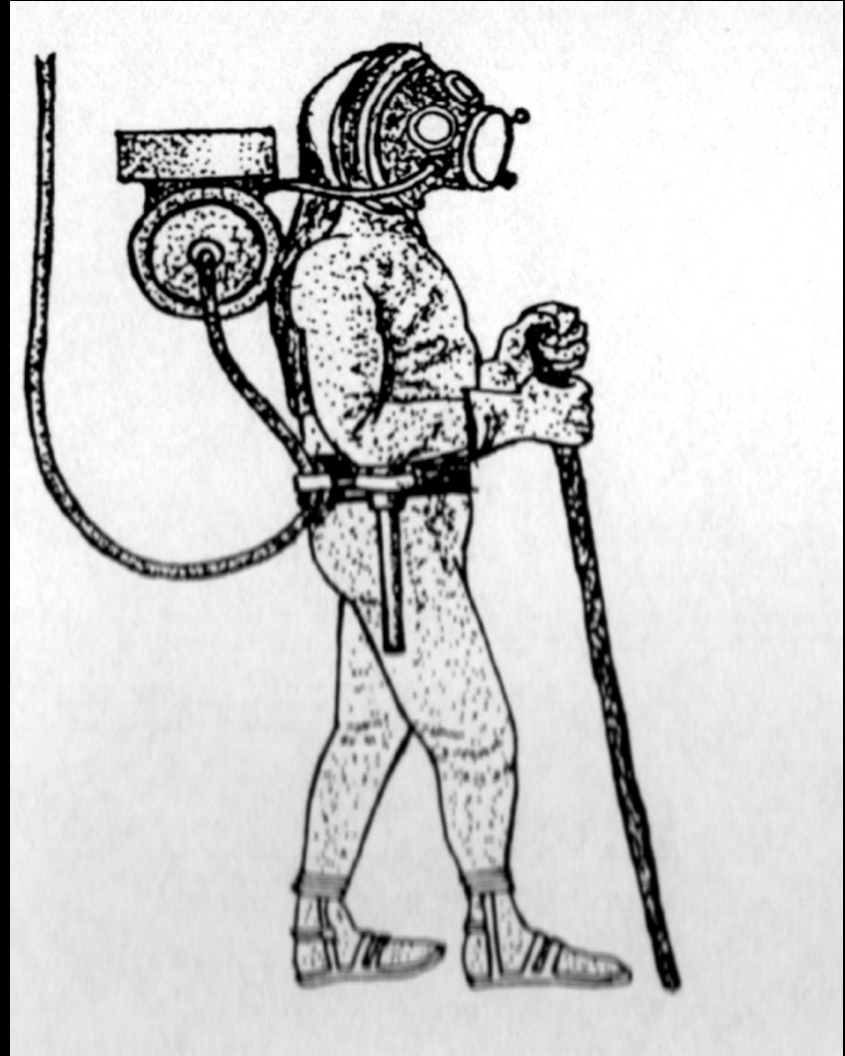
Pancéřový skafandr

- pro práci v extrémních podmínkách
- Tímto objevem byl lidstvu umožněn pohyb pod vodou, bohužel příliš těžkopádný a omezený. Tento problém nevyřešil ani vynález Aerophore.



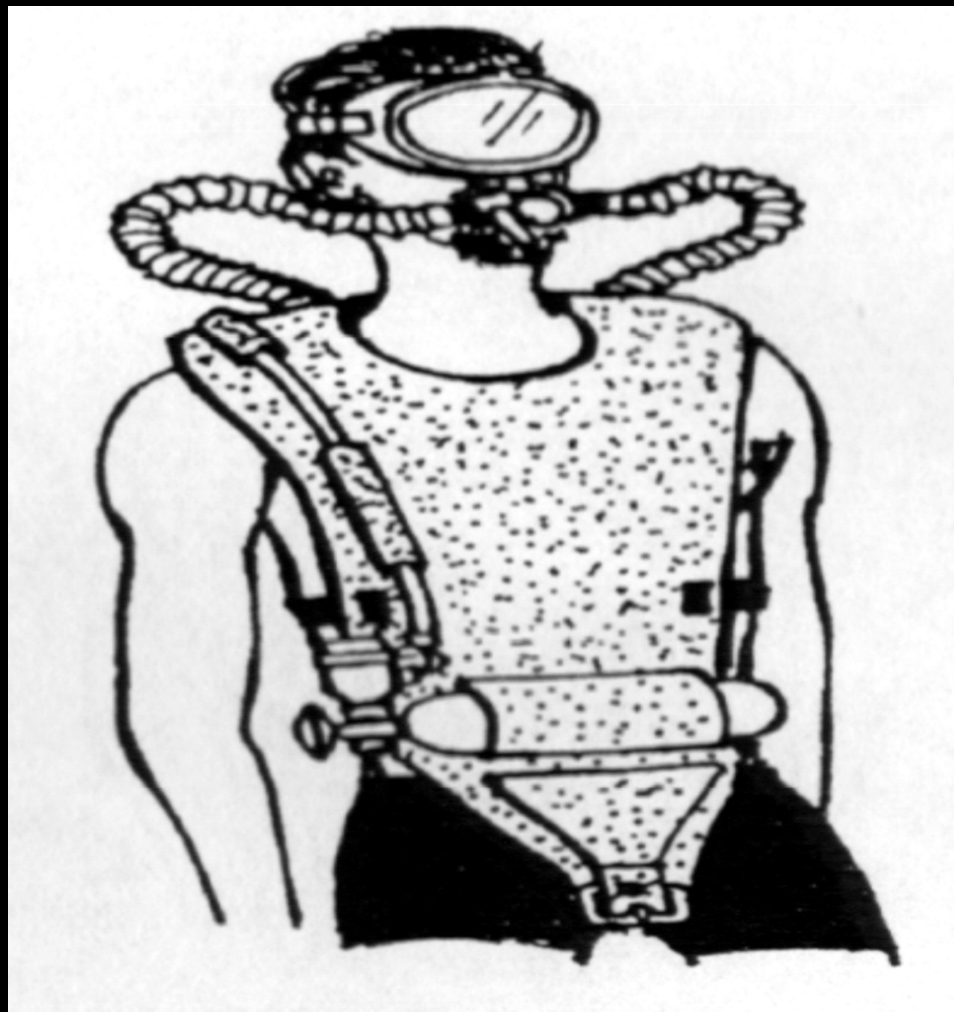
Aérophore

- *Aérophore* (1863)
 - zásobník na zádech
 - spojení hadicí
- Nahrazení vzduchu kyslíkem a vybavení přístroje pohlcovačem oxidu uhličitého (CO_2) vyřešilo problematiku pohybu a délky pobytu pod vodou.



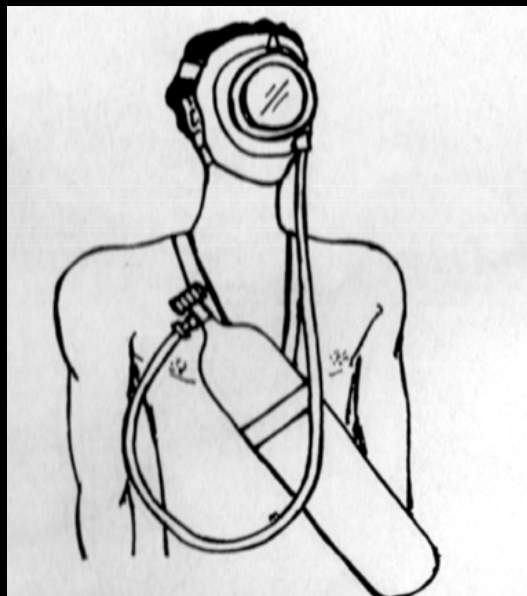
Kyslíkový přístroj (1879)

- kyslík jedovatý od tlaku 170 kPa
- absence dusíku
- nevypouštění bublinek



Akvalung

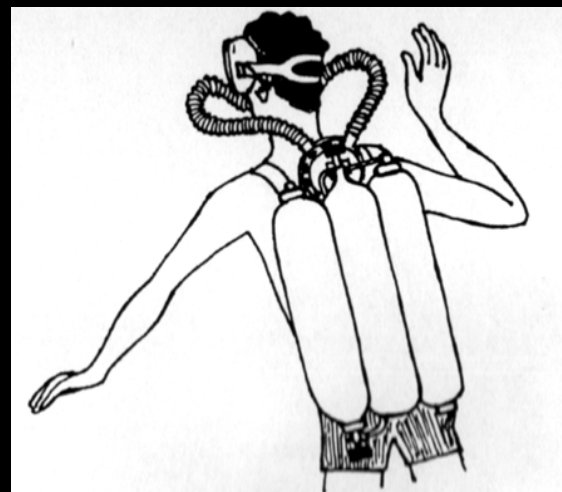
- Kolem roku 1940 byl vynalezen Akvalung („Vodní plíce“)
-Jacquesem Yvesem Cousteauem a Emiliem Gagnanem.
- samočinný regulátor použitelný pro všechny plyny



Obr. 10
Dýchací přístroj Y. Le Prieura (1924)
s ručním ovládáním dodávky vzduchu
do celoobličejové masky.



Obr. 9
Fernezův dýchací přístroj z roku
1912.



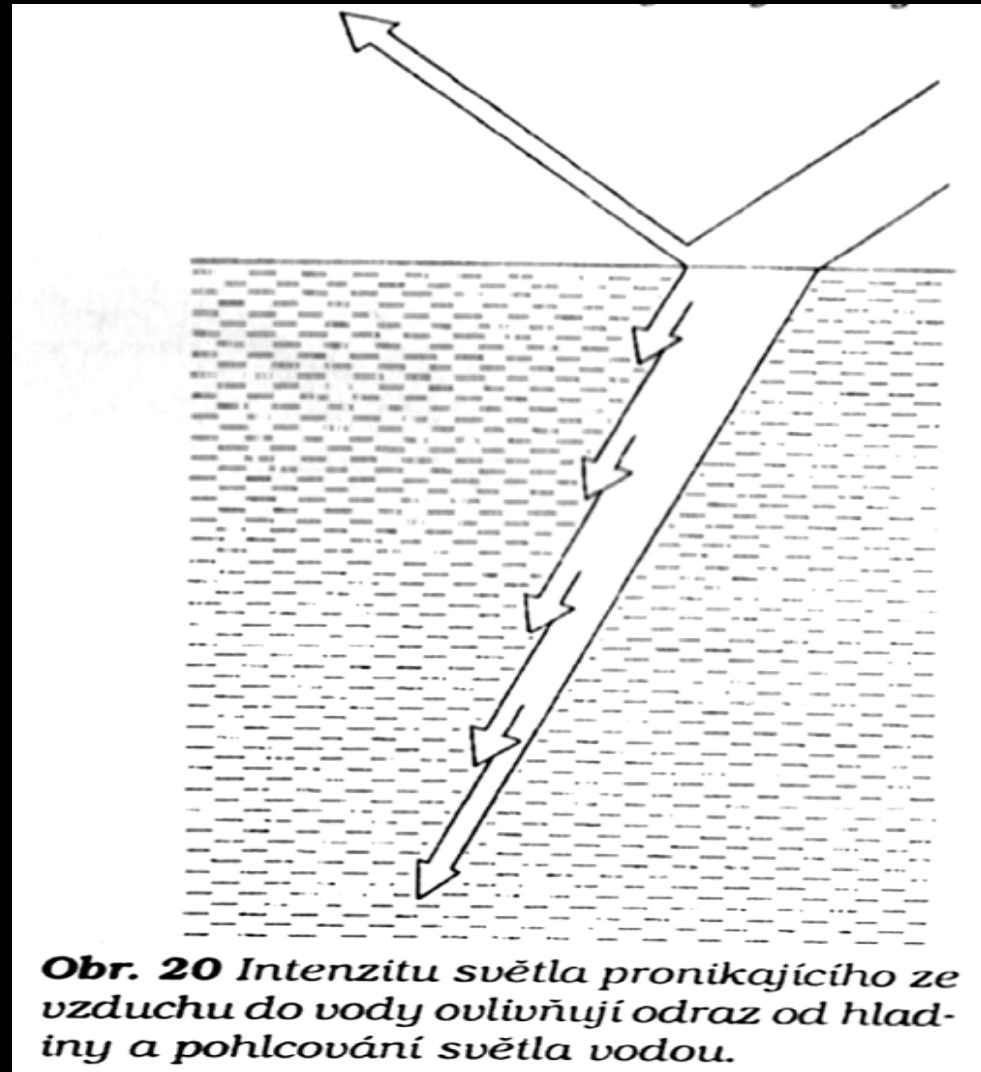
Obr. 11 Dýchací přístroj J.-Y. Cousteaua
a E. Gagnana z roku 1943, vybavený
samočinným regulátorem dodávky vzduchu
(plicní automatikou).

Vidění pod vodou

- *Intenzita světla - odraz*
- *Průnik světelných paprsků*
- *Lom a rozptyl*
- *Zkreslení rozměrů a vzdálenosti*
- *Osmóza*

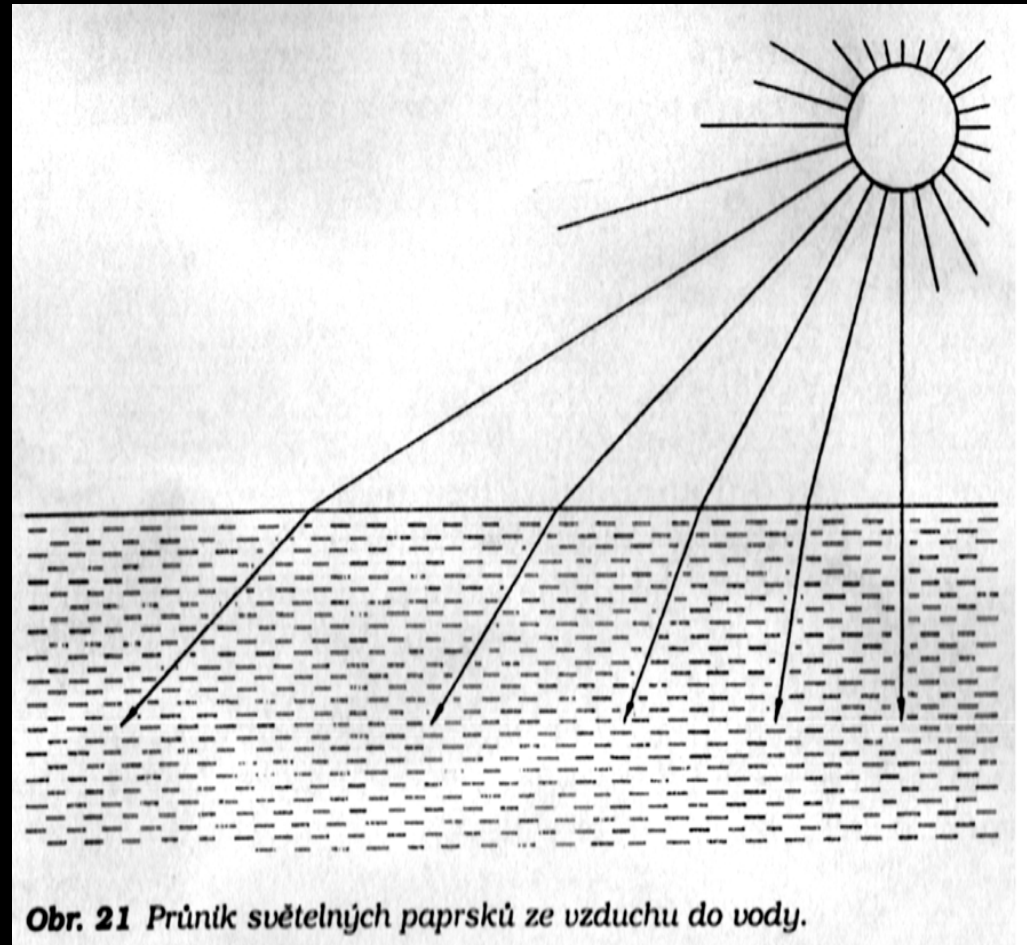
Intenzita světla

- *Intenzita světla, která pronikne pod vodu, je snížena již samotným odrazem od hladiny.*
- *Ve vodě dochází navíc k pohlcování světla.*
- *Lépe jsou pohlcovány teplé složky světelného spektra než složky studené.*



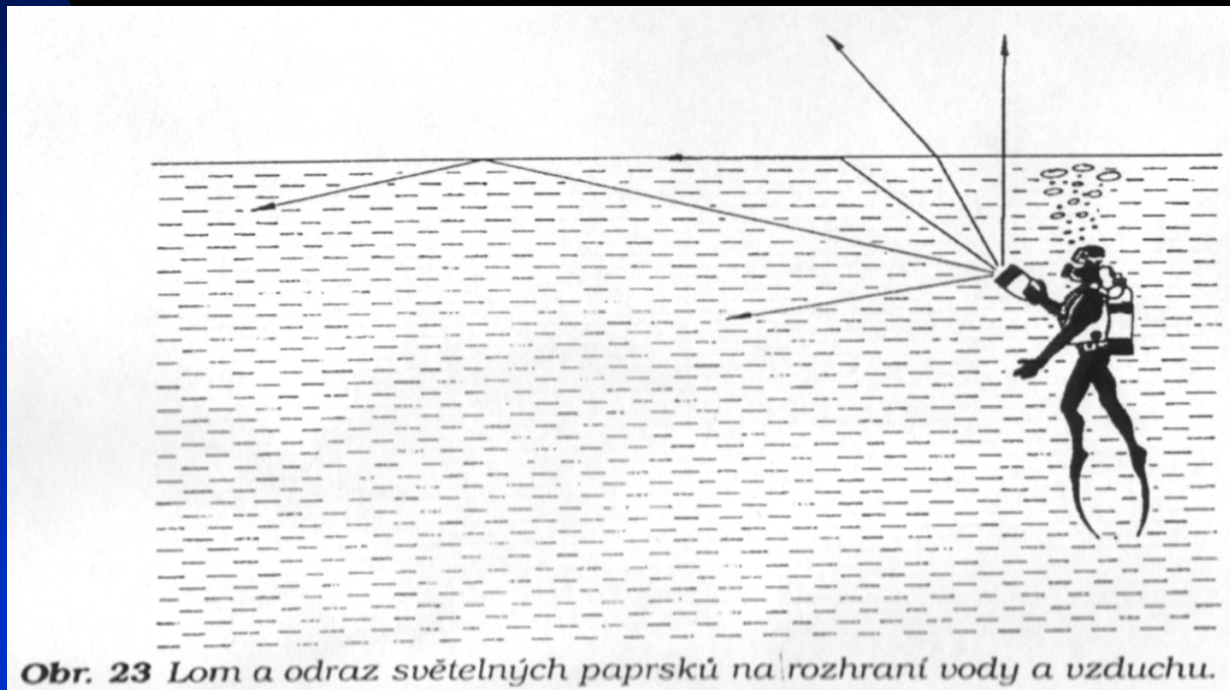
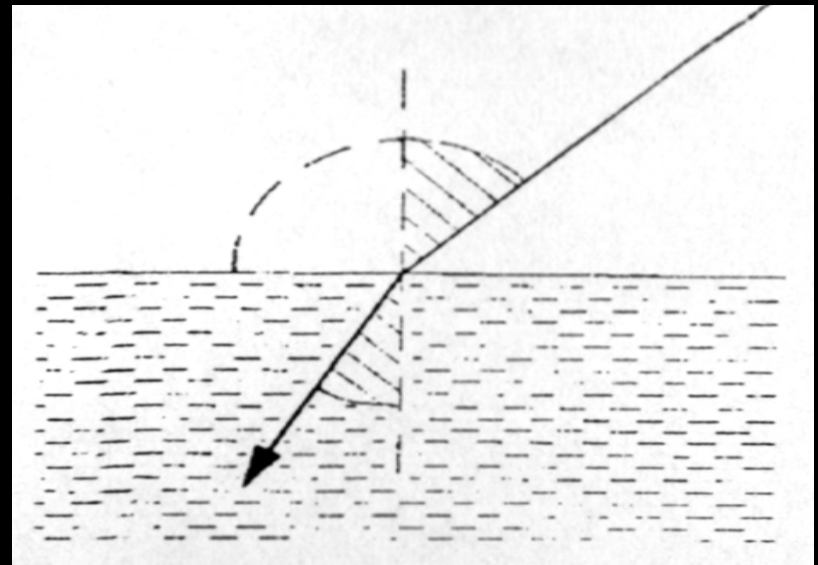
Průnik světelných paprsků

- *pohlčení - tepelného záření, části spektra- červená(5m), oranžová (11m), žlutá (560-760nm)*
- *proniká - modrá, zelená (390-560nm)*



Lom a rozptyl

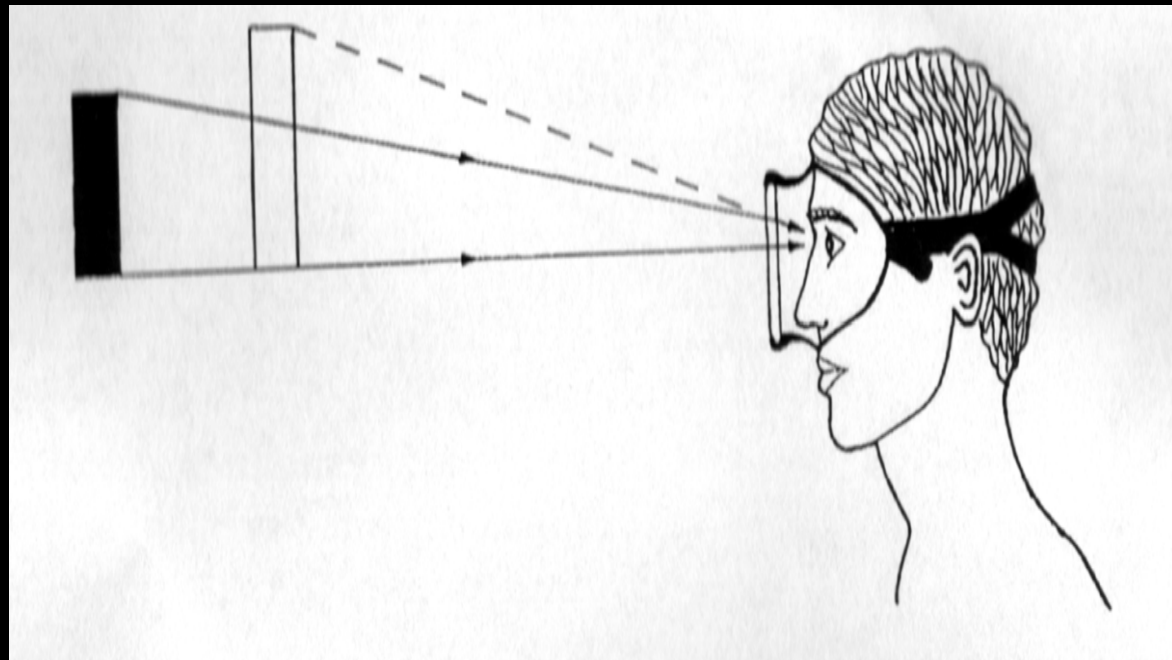
- *lom - ze vzduchu do vody ke kolmici*
- z vody do vzduchu od kolmice



Obr. 23 Lom a odraz světelných paprsků na rozhraní vody a vzduchu.

Zkreslení rozměrů a vzdálenosti

- na rozhraní oka a vzduchu dochází k lomu ke kolmici – vzniká ostrý obraz
- ve vodě se světlo šíří přibližně stejnou rychlostí jako v oku – obraz vzniká až daleko za sítnicí
- maska – lom od kolmice, paprsek dopadá pod větším zorným úhlem; tzn., že předměty se jeví o $\frac{1}{3}$ větší a o $\frac{1}{4}$ bližší (index lomu vody vůči vzduchu $\frac{4}{3}$)



Osmóza

Platí základní pravidlo: Roztoky mají vždy snahu se zředit. Průměrná koncentrace solí v mořské vodě činí 3,5%. Tělní tekutiny mají koncentraci solí přibližně 0,9%. V moři nás tedy pálí oči proto, že povrchu oka je koncentrovanějším prostředím voda odnímána. (Ze stejného důvodu nesmíme mořskou vodu pít, odnímá nám totiž tělní tekutiny.) Sladká voda naopak proniká povrchem oka (je nasávána) a způsobuje také pálení. Obdobně je tomu i s drážděním nosní sliznice.

Slyšení pod vodou

Zvuk se pod vodou šíří rychlostí $1400 - 1500 \text{ ms}^{-1}$ (asi 4x rychleji než ve vzduchu) a je méně tlumen než ve vzduchu, ale do našeho sluchového orgánu nepřichází normální cestou.

(přes vnější zvukovod, bubínek a sluchové kůstky)

Je veden kostmi, především lebečními, a tedy není možno spolehlivě určit směr ke zdroji hluku. Potápěč je pouze schopen podle intenzity zvuku určit, zda se zdroj přibližuje nebo vzdaluje.

Plicní automatika

- **1. STUPNĚ: nevyvážené x vyvážené**
(vývojové rozdělení)*

- pístové x membránové**
(konstrukční rozdělení)

- **2. STUPNĚ: s otevíráním po proudu**
x s otevíráním proti proudu
(konstrukční rozdělení)

- *U nevyvážených prvních stupňů (z konstrukčních důvodů vyráběných pouze v pístovém provedení) dochází k nárůstu nádechového odporu při poklesu tlaku v zásobníku.

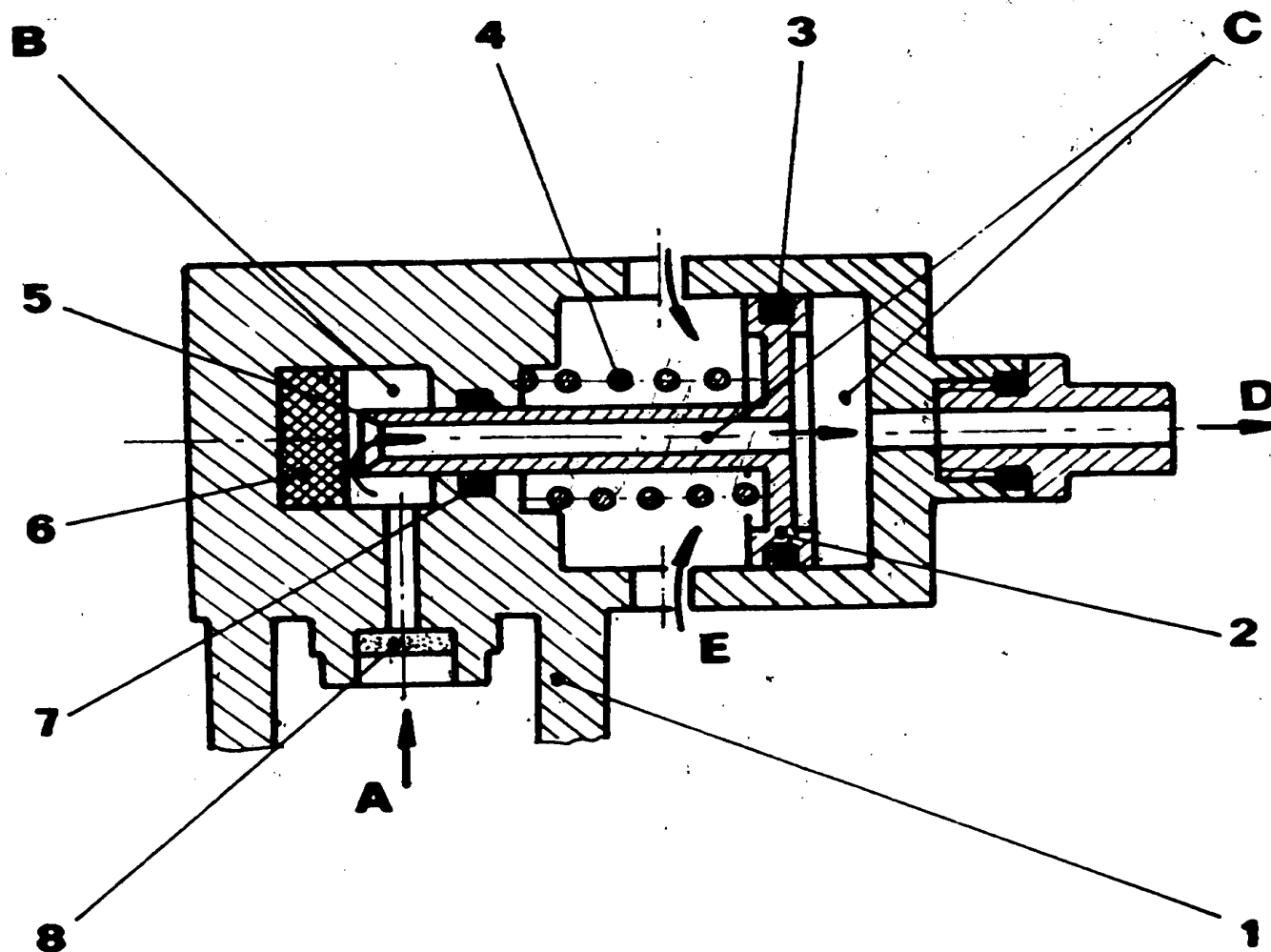
Plicní automatika je zařízení dodávající pod vodou dýchací médium do plic potápěče, zabezpečující shodu tlaku média s tlakem okolí a spolehlivý odvod oxidu uhličitého. Plicní automatiky jsou obvykle dvoustupňové. V 1. stupni se vysoký tlak redukuje na tzv. středotlak. Z 1. stupně proudí středotlak středotlakou hadicí k stupni 2. – dávkovacímu ventilu.

Středotlak

Síla řídící pružiny redukčního ventilu je nastavena tak, aby společně se silou vyvolanou okolním tlakem byla rovna síle, kterou vyvolává středotlak odspodu na membránu prvního stupně. Hodnota středotlaku je dána silou nastavení řídící pružiny a tlakem okolí; přitom platí, že přetlak ve středotlakém prostoru plicní automatiky vůči okolí je v každé hloubce stálý.

Při nastavení přetlaku mezi 0,8 – 1,2 MPa na hladině bude tentýž přetlak i v hloubce 40 metrů a celkový tlak ve středotlakém prostoru bude roven 1,3 – 1,7 MPa.

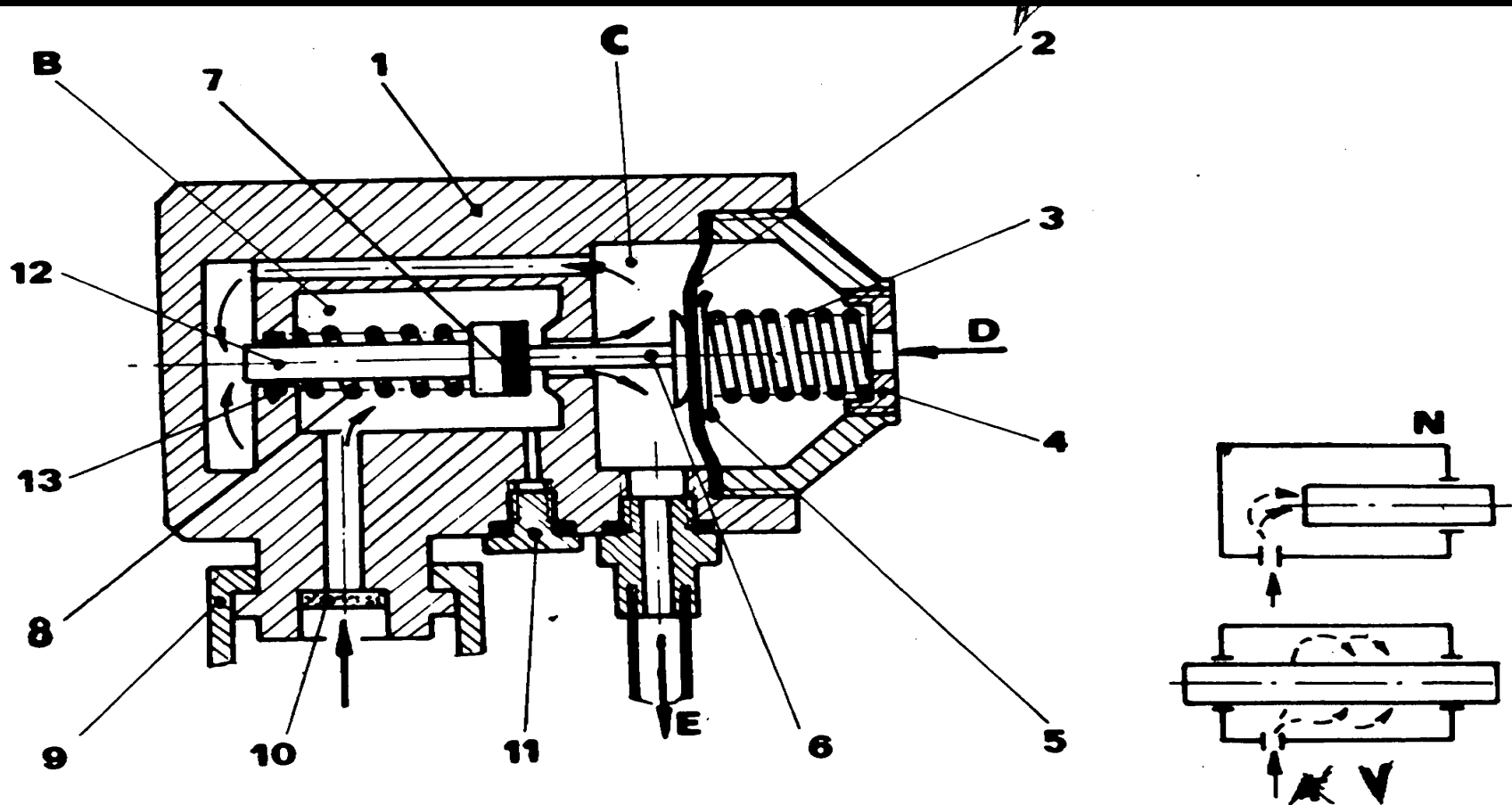
1. stupeň vyvážené pístové plicní automatiky



Obr. 6.19. Schéma vyváženého 1. stupně náustkové plicní automatiky s dutým pístem
A – přívod vysokého tlaku vzduchu, B – vysokotlaký prostor, C – středotlaký prostor, D –
vývod vzduchu ke 2. stupni, E – okolní tlak.

Součásti: 1 – třmen, 2 – píst, 3 – o-kroužek těsnící střední tlak, 4 – řídicí pružina, 5 – těsnící
hrana pístu, 6 – těsnění, 7 – o-kroužek těsnící vysoký tlak, 8 – spékací filtr

1.stupeň vyvážené membránové plicní automatiky

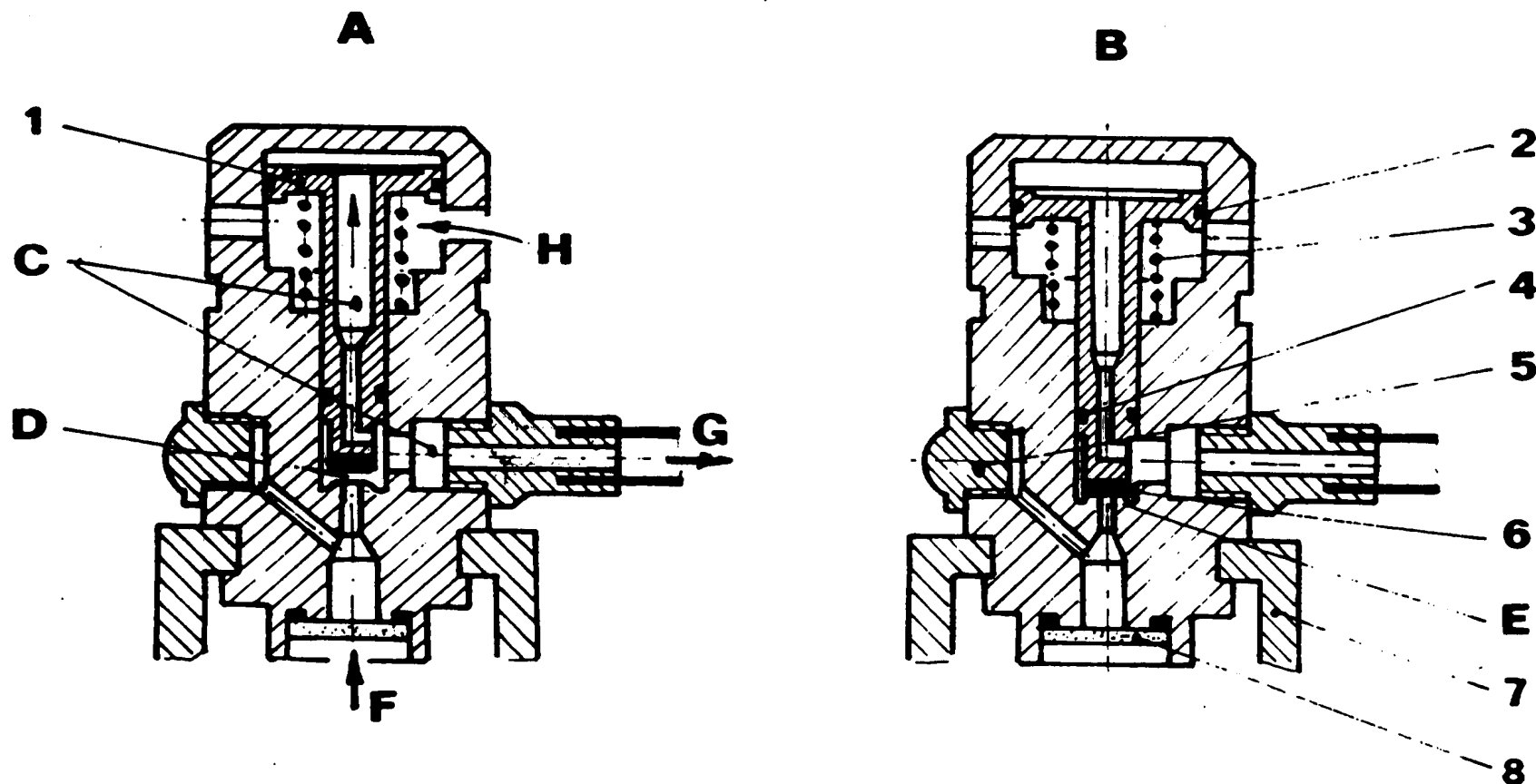


Obr. 6.18. Schéma vyváženého membránového 1. stupně plicní automatiky

A – přívod vysokého tlaku vzduchu, B – vysokotlaký prostor, C – středotlaký prostor, D – okolní tlak, E – vývod vzduchu ke 2. stupni, N – působení tlakové síly na kuželku řízeného ventilu nevyváženého 1. stupně, V – působení tlakové síly na kuželku vyváženého 1. stupně – síly se ruší.

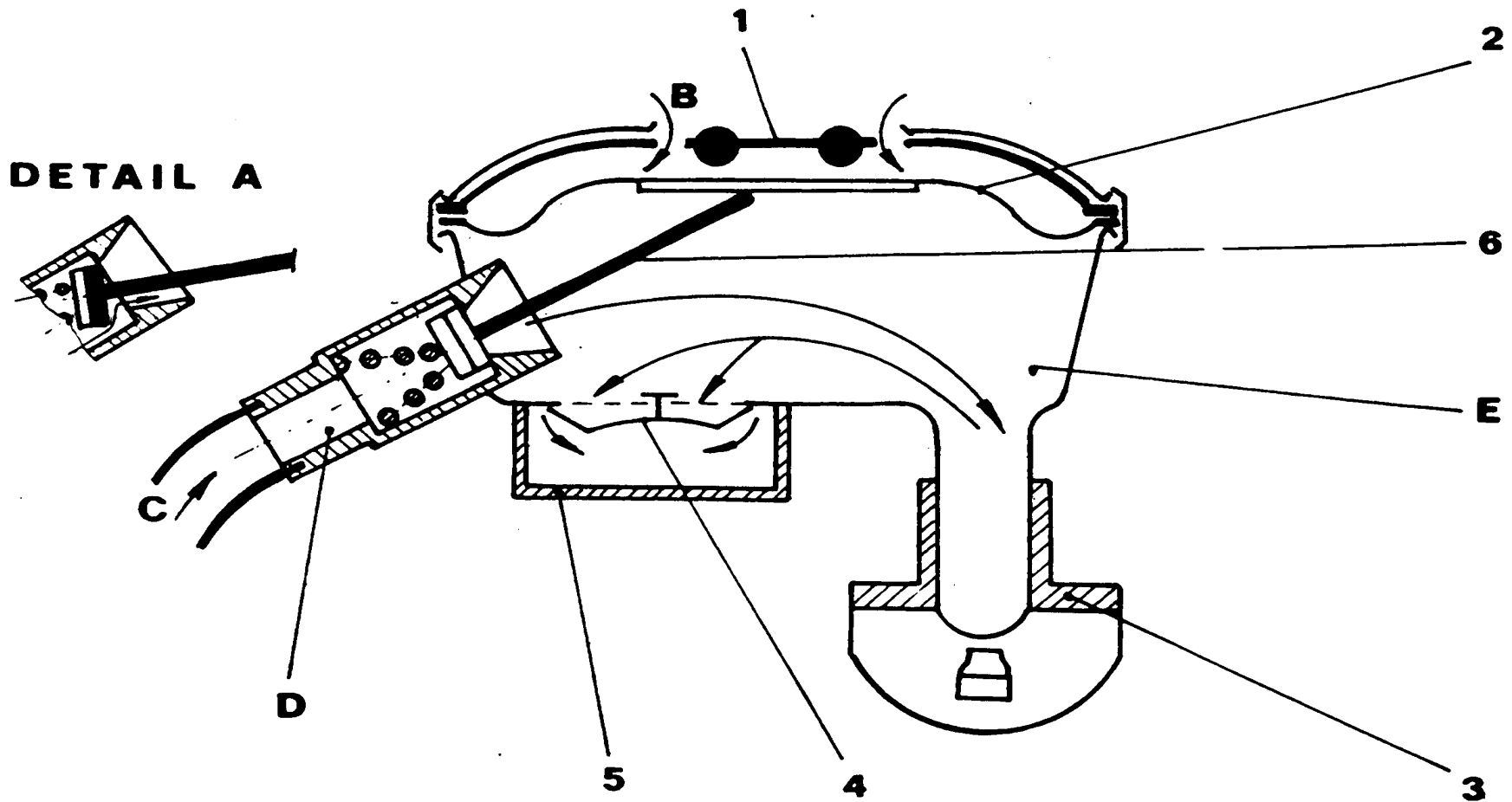
Součásti: 1 – těleso ventilu, 2 – membrána, 3 – řídicí pružina, 4 – nastavovací šroub k seřízení přetlaku, 5 – opěrný talířek pružiny, 6 – otevírací jehla, 7 – kuželka řízeného ventilu, 8 – uzavírací pružina řízeného ventilu, 9 – třmen, 10 – spékavý filtr, 11 – vývod pro připojení vodotěsného kontrolního tlakoměru, 12 – kompenzační dřík, 13 – těsnění kompenzačního dříku o-kroužkem.

1. stupeň náustkové plicní automatiky s diferenciálním pístem



Obr. 6.17. Schéma 1. stupně náustkové plicní automatiky s diferenciálním pístem
A – poloha pístu při nádechu, **B** – poloha pístu při výdechu, **C** – středotlaký prostor, **D** – řízený ventil v otevřené poloze, pružina při nádechu odtláčí píst od sedla, **E** – řízený ventil uzavřen tlakem vzduchu na horní plochu pístu, **F** – přívod vysokého tlaku vzduchu, **G** – vývod vzduchu ke 2. stupni, **H** – okolní tlak pronikající otvory do prostoru pružiny.
 Součásti: 1 – diferenciální píst, 2 – velký průměr pístu těsněný o-kroužkem, 3 – řídicí pružina, 4 – malý průměr pístu těsněný o-kroužkem, 5 – vývod na kontrolní manometr, 6 – těsnění řízeného ventilu, 7 – třmen, 8 – spékavý filtr

2. stupeň plicní automatiky (proti tlaku)

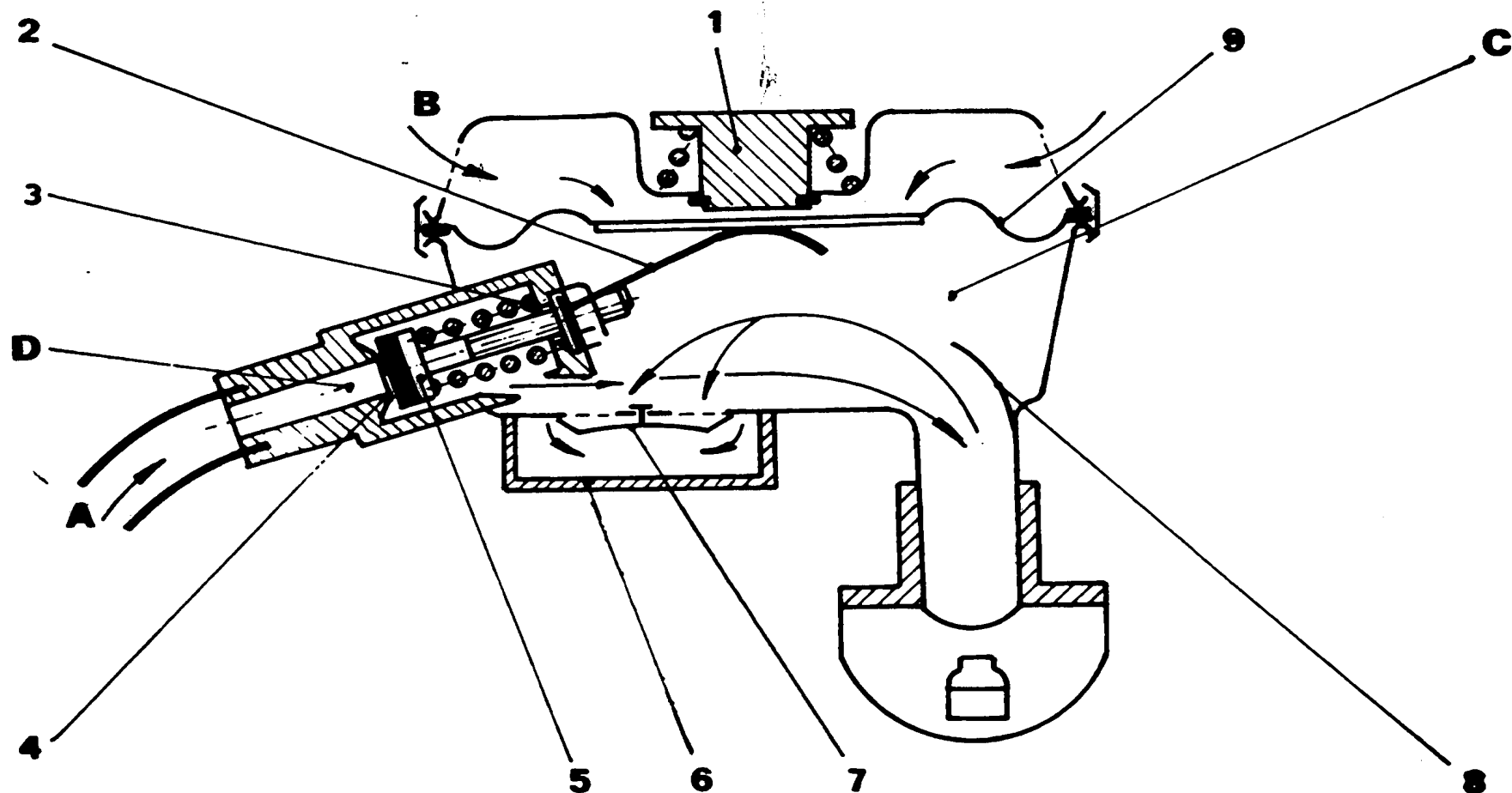


Obr. 6.20. Druhý stupeň náustkové plicní automatiky s vyvracíací kuželkou otevíraný proti tlaku.

Detail *A* – otevřená poloha kuželky ventilu při nádechu. *B* – okolní tlak, *C* – přívod středního tlaku od 1. stupně, *D* – středotlaký prostor, *E* – nízkotlaký prostor.

Součásti: 1 – membránové tlačítko vzduchové sprchy, 2 – membrána, 3 – náustek, 4 – vydechovací ventil, 5 – kryt vydechovacího ventilu, 6 – vyvracecí kolík kuželky

2. stupeň plicní automatiky (po tlaku)



Obr. 6.21. Druhý stupeň náustkové plicní automatiky otevíraný po tlaku
A – přívod středotlakového vzduchu od 1. stupně, *B* – okolní tlak proniká nad membránu,
C – nízkotlaký prostor, *D* – středotlaký prostor.

Součásti: 1 – tlačítko vzduchové sprchy, 2 – páka, 3 – pružina řízeného ventilu, 4 – sedlo,
5 – kuželka řízeného ventilu, 6 – kryt vydechovacího ventilu, 7 – vydechovací ventil,
8 – deflektor usměřující proud vzduchu při nádechu

Témata k diskusi

- Historie potápění
- Vidění pod vodou
- Slyšení pod vodou
- Plicní automatika