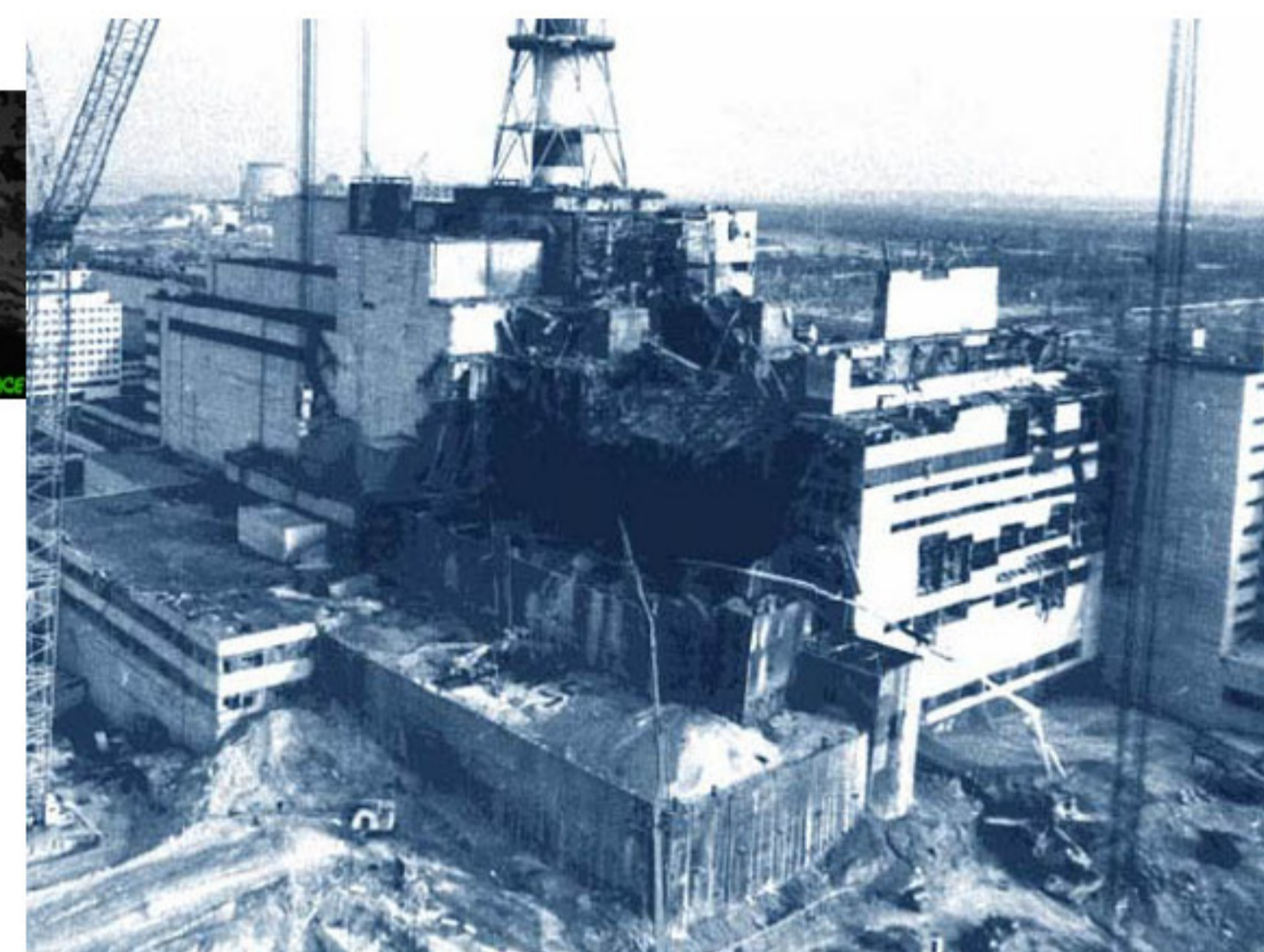


# BEZPEČNOSŤ JADROVÝCH ELEKTRÁRNÍ



Jadrové elektrárne dopomohli k rýchlej elektrifikácii väčšiny priestoru obývaného ľuďmi. Ich rozmach nastal hlavne v období po 2. svetovej vojne. Doposiaľ sú veľmi efektívnym prostriedkom na výrobu elektrickej energie, pričom minimálne znečisťujú životné prostredie vo svojom okolí. Po havárii v Černobíle v roku 1986 získali odporcovia jadrových elektrární pádný argument. Máme sa naozaj obávať ich rizík?

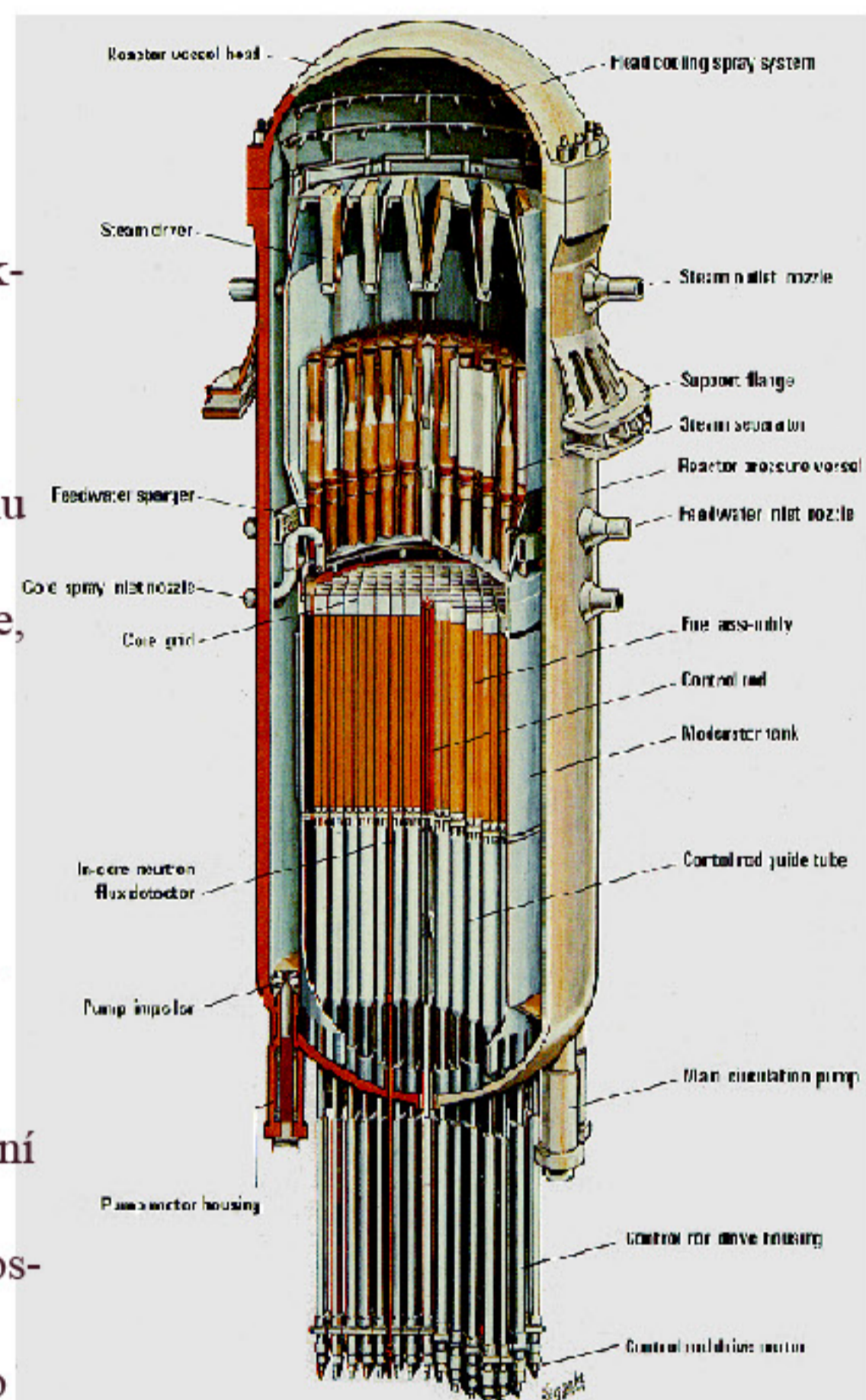


Udalosti z roku 1986 sú neodškriepiteľné no nemôžeme brať existenciu jadrových elektrární ako príčinu tejto katastrofy. Nie je možné obrovskú silu jadrových reakcií na jednej strane využívať a na druhej strane podceňovať

**AKO VLASTNE VYZERÁ ZABEZPEČENIE JADROVEJ ELEKTRÁRNE KEĎ VYŽADUJE OKOLO 70% JEJ PREVÁDZKOVÝCH NÁKLADOV?**

## Bezpečnosť prevádzky JE

Jadrová bezpečnosť jadrovej elektrárne je podmienená bezchybnou a trvalo spoľahlivou funkciou všetkých zariadení a systémov jadrovej elektrárne. Patria sem zariadenia a systémy, ktoré zabráňujú vzniku havárie alebo odstraňujú dôsledky porúch, zadržujú rádioaktívne látky v určených priestoroch a zamedzujú ich rozptýlenie do okolia v prípade ich uvoľnenia. Súčasná úroveň bezpečnosti jadrových reaktorov zaručuje, že všetky jeho systémy sú schopné samostatne zvládnuť poruchy bez ohrozenia obyvateľstva a okolitého životného prostredia.



## BEZPEČNOSTNÉ BARIÉRY

Základný princíp bezpečnosti jadrových elektrární je založený na niekoľkonásobnom oddelení jadrových materiálov od okolitého životného prostredia systémom bariér. Cieľom bezpečnostných bariér je zamedziť úniku rádioaktívnych látok do okolia a ochrana pred ionizujúcim žiarením za každého prevádzkového stavu, teda aj v prípade poruchy.

Prvú bariéru tvorí pevná keramická forma jadrového paliva - palivové tablety, ktorá je schopná viazať produkty štiepenia.

Druhú bariéru tvorí hermeticky uzatvorená kovová tenkostenná rúrka, ktorá tvorí obálku jadrového paliva.

Tretiu bariéru vytvára hermeticky uzatvorený tlakový systém primárneho okruhu, do ktorého patrí i tlaková nádobu reaktora, zabráňujúci úniku chladivého média s rádioaktívnymi látkami do okolia pri všetkých predpokladaných teplotách a tlaku.

Štvrtou bariérou je hermetická zóna alebo obálka - kontajment, zadržiavajúca rádioaktívne látky, ktoré uniknú cez prípadné porušenie prvej alebo druhej bariéry. Okolo tlakovej nádoby reaktora je teda ešte oceľovo-betónový plášť chrániaci človeka pred priamym rádioaktívnym žiarením. Spoľahlivosť každej z týchto bariér je veľmi vysoká a pravdepodobnosť súčasného porušenia všetkých troch bariér a únik rádioaktívneho materiálu do okolia je veľmi nízka.

## BEZPEČNOSTNÉ SYSTÉMY

Jednotlivé bezpečnostné bariéry v jadrovej elektrárni dopĺňa rozsiahly bezpečnostný systém. Hlavnou úlohou bezpečnostných systémov je odstaviť reaktor - zastaviť reťazovú štiepnú reakciu, zabezpečiť odvod zvyškového tepla z aktívnej zóny reaktora, zabezpečiť neporušenie primárneho okruhu a znížiť tlak v hermetických priestoroch za účelom ochrany jednotlivých bezpečnostných bariér a to za každého prevádzkového stavu, aj v prípade maximálnej projektovej nehody t. j. prasknutia hlavného primárneho potrubia. Bezpečnostné systémy delíme na aktívne a pasívne.

### Aktívne bezpečnostné systémy

K svojej činnosti potrebujú zdroj elektrickej energie a patrí sem vysokotlakový a nízkotlakový havarijný systém chladenia aktívnej zóny a sprchový systém. Vysokotlakový a nízkotlakový havarijný systém slúžia na udržanie tlaku chladiva v primárnom okruhu a tým na zabezpečenie odvodu tepla z aktívnej zóny reaktora v mimoriadnych prevádzkových stavoch. Pozostávajú z nádrží s roztokom kyseliny boritej a čerpadiel, ktoré zabezpečujú prívod roztoku do primárneho okruhu pri poruche prívodu chladivacej vody do reaktora. Zvýšením koncentrácie bóru v primárnom chladive sa zároveň preruší štiepná reakcia, pretože bór pohlcuje voľné neutróny, ktoré spôsobujú štiepenie. Pokiaľ by čerpadlá vysokotlakového systému nestačili vodu do primárneho okruhu dopĺňovať, spustia sa i nízkotlakové čerpadlá, ktoré nepretržite dodávajú chladivo do primárneho okruhu. Po vyčerpaní nádrží nasávajú vodu cez tepelný výmenník z podlahy hermetických boxov. Pri zvýšení tlaku v priestoroch kontajmentu napr. v prípade porušenia primárneho okruhu, je uvedený do činnosti sprchový systém, ktorý znižuje tlak v hermetických boxoch sprchovaním priestorov a kondenzáciou parovzdušnej zmesi.

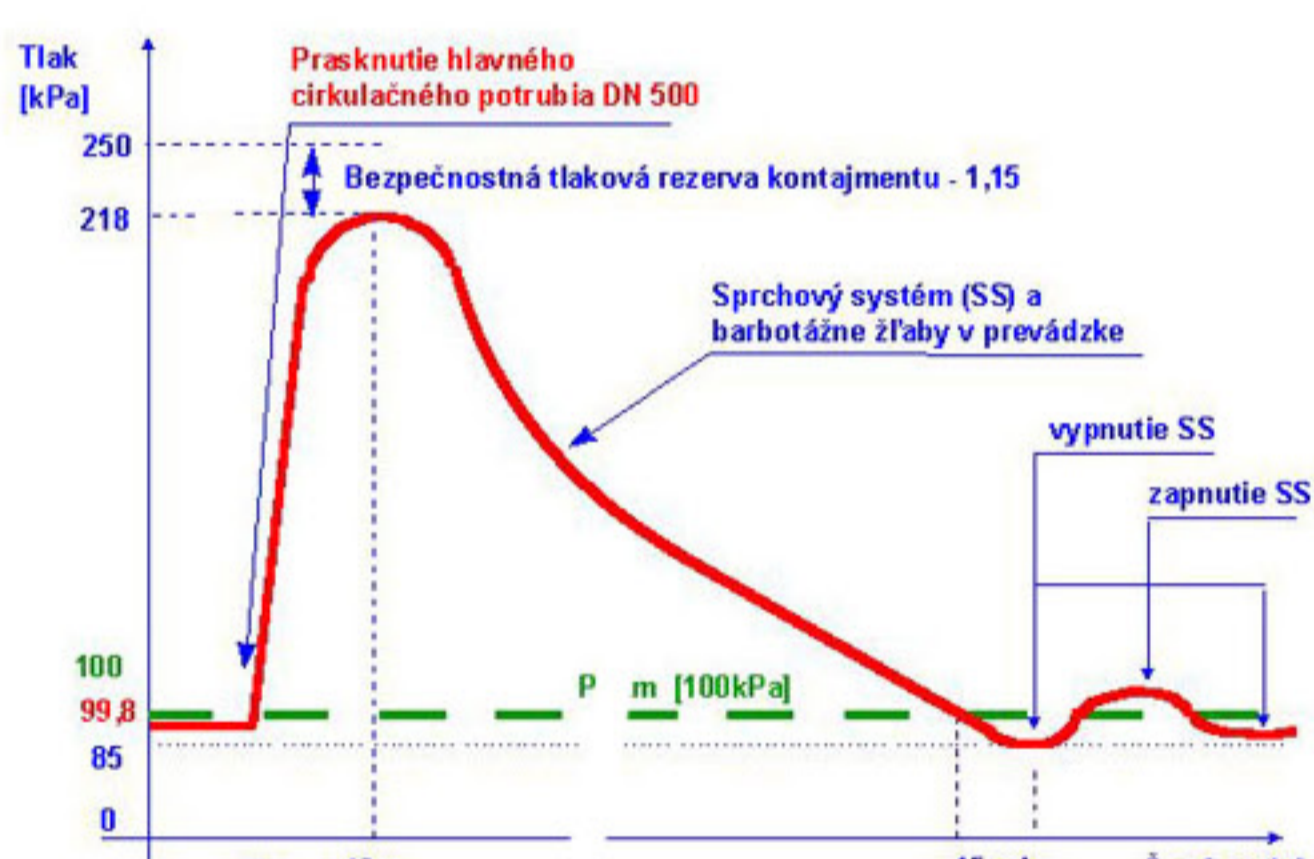
### Pasívne bezpečnostné systémy

K svojej činnosti nepotrebujú vonkajší zdroj energie. Tvoria ich hydroakumulátory a barbotážny systém. Ak sa zníži tlak chladiva v reaktore pod hodnotu, na akej je udržiavaný tlak roztoku kyseliny boritej v hydroakumulátoroch, začne sa roztok z hydroakumulátorov pretláčať do reaktora, zaplaví aktívnu zónu reaktora a tak zabezpečí odvod tepla z aktívnej zóny.

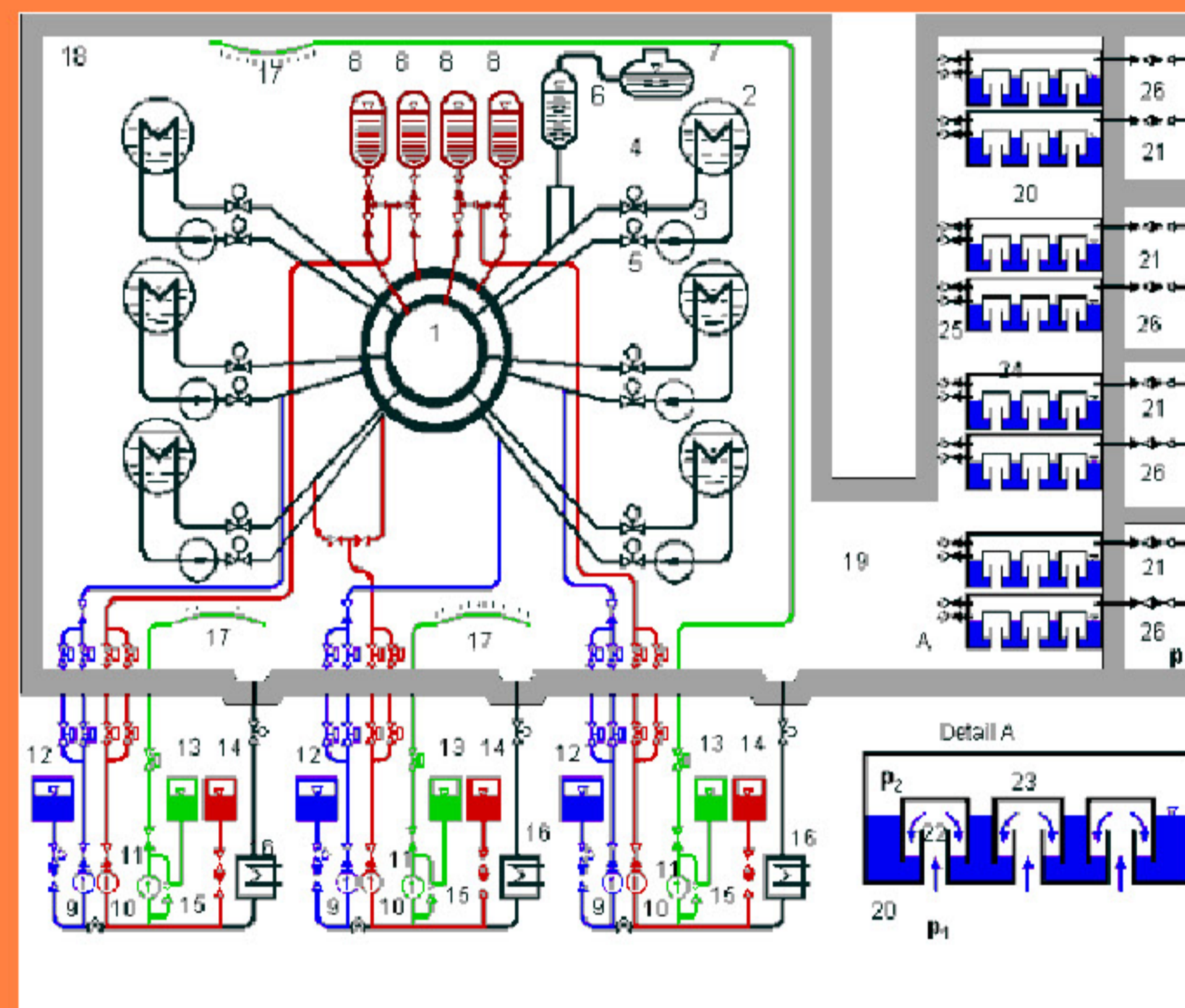
Barbotážny systém je súbor dvanástich poschodí prekrytých žlabov naplnených roztokom kyseliny boritej umiestnených v barbotážnej veži. Roztok kyseliny boritej tvorí vodný uzáver s relatívne veľkým celkovým prietokovým priezrom a s malým hydraulickým odporom. Dolný priestor vodného uzáveru je spojený s boxom parných generátorov, horný priestor vodného uzáveru cez spätné armatúry so štyrmi zachytnými plynojemami. V prípade havarijného režimu s únikom chladiva z primárneho okruhu v hermetických priestoroch prechádza paroplynová zmes vodným uzáverom, v ktorom sa ochladí a skondenzuje parná fáza. Nekondenzujúci vzduch a rádioaktívne plyny prechádzajú cez bloky spätných klapiek do plynojemov, kde zostanú lokalizované. Následne sú prostredníctvom vzduchotechnických systémov prečistené.

Všetky zariadenia dôležité z hľadiska bezpečnosti sú viackrát zálohované a za normálnej prevádzky pripravené na okamžitú činnosť. Sú navzájom nezávislé a priestorovo oddelené.

1. Reaktor
2. Parogenerátor
3. Hlavné cirkulačné čerpadlo
4. Hlavná uzatváracia armatúra na teplej vetve slučky
5. Hlavná uzatváracia armatúra na studenej vetve slučky
6. Kompenzátor objemu
7. Barbotážna nádrž
8. Hydroakumulátory
9. Vysokotlakové hav. čerpadlo
10. Nízkotlakové hav. čerpadlo
11. Sprchové čerpadlo
12. Zásobné nádrže roztoku kyseliny boritej
13. Nádrž hydrazín hydrátu
14. Zásobné nádrže roztoku kyseliny boritej



V prípade menej závažnej poruchy, ktorá nezvýši tlak v kontajmente nad 160 kPa spätné klapky DN 250 zostanú odoblované a pri pôsobení sprchového systému sa tlak p2 vyrovnáva s tlakom p1 cez tieto klapky. V tomto prípade nedôjde k výronu roztoku kyseliny boritej zo žľabov.



15. Vodoprúdové čerpadlo
16. Tepelný výmenník
17. Sprchy
18. Hermetické boxy
19. Spojovací koridor medzi herm. boxami a barbotážnou vežou
20. Priestor barbotážnej veže
21. Zachytné plynojemy
22. Priestor vstupu pary do barbotážneho žľabu
23. Priestor barbotážneho žľabu
24. Barbotážny žľab
25. Spätné klapky DN 250
26. Spätné klapky DN 500

ZOPÁR DOBRÝCH RÁD AKO PREŽIŤ ŠTASTNÝ A RELATÍVNE DLHÝ ŽIVOT V ZÓNE

Toto nie je geiger-mullerov počítač, tie menajú iba malé radiačné. Tento merateľ je určený na meranie vysokej radiačie od 0.1 do 500 Roentgenov za hodinu (R/h). Bez takejto meracej menštie veľkú dávku prežiť, pretože neviete, či ste v bezpečí alebo či Vás ozaruje smrteľná dávka. Vybral som starší ale veľmi dobrý model. Ukazuje Vám momentálnu intenzitu radiačie a nie Vašu celkovú dávku (ako je to u dosimetra).

Filter na vodu so špeciálnou keramickou vložkou. Po každom 50 litroch sa musí vyčistiť. To sa dá opakovať 40-krát. Takže s jedným filtrom môžete vyčistiť asi 2000 litrov vody. Dôležité zbaviť vodu mikrobiologických častíc. Takže môžete piť vodu z každého zdroja. Mali by ste si kúpiť do zálohy ešte jeden keramický filter. Voda sama o sebe nemôže byť rádioaktívna ale častičky v nej sú. Takže ak vodu prefiltrujete cez toto zariadenie, prestane byť rádioaktívna.



Tieto tablety obsahujú jód ale nie sú to tie zázračné tablety ako z Falloutu. Chránia iba proti rakovine štítnej žľazy, čo je málo časté ochorenie v rádioaktívne zamořených oblastiach. Balíček obsahuje 200 tabliet. Denne potrebujete 1-2 tablety.

Oblek, ktorý Vás chráni pred chemickými a biologickými zbraňami. Ale aj proti radiačii, najmä proti beta žiareniu a umožňuje ľahkú dekontamináciu.

Ale ak by to náhodou buchlo...



Plynová maska chráni najmä pred vylpchnutím rádioaktívnych častíc. Filter s aktívnym uhlím sa musí pravidelne meniť (7 hodín, záleží od zamorenia). Tento model je jeden z najlepších, bol vyrobený v Rusku a má zabudovanú membránu, takže keď hovoríte, druhý Vás budú počuť. Ďalej umožňuje piť pomocou špeciálneho systému.

Dosimeter v tvare hodínok. Je to výborná vec a máte stále po ruke. Dosimeter je ako normálny merateľ radioaktivity, ale rozdiel je v tom, že ukazuje celkovú radiačiu, ktorej ste boli vystavený. Číže ak ste boli dva hodiny na mieste s intenzitou radiačie 10 R/h, tak Vám dosimeter ukáže 20 R/h (výška dávky). Takže pri dosimetri odpadá vypočítavanie dávky ako u merateľov radiačie, lebo tie Vám ukazujú momentálnu intenzitu radiačie.