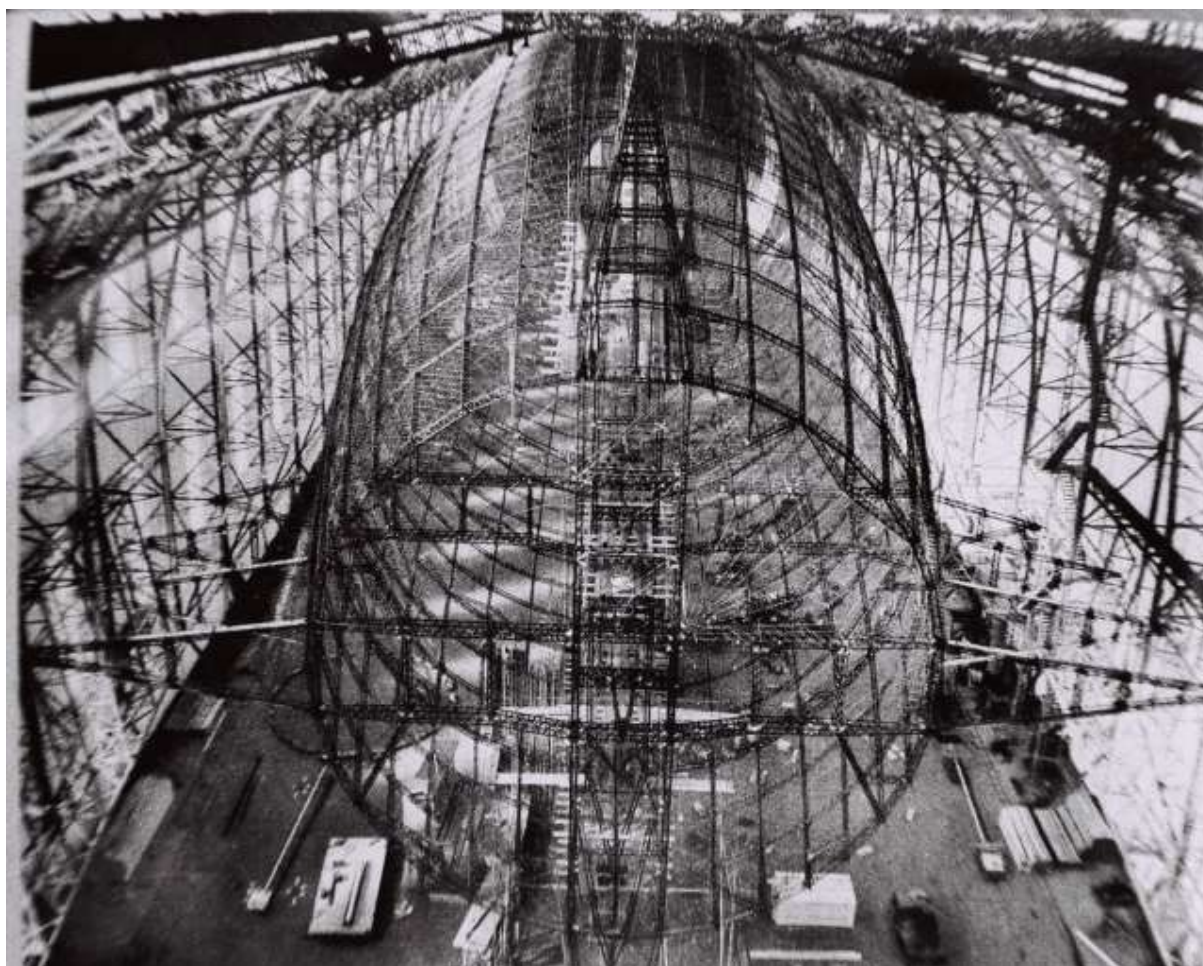


3. Hajótest

A hajótest alakját a súly, a szükséges felhajtóerő és a felépítés egyszerűségének a figyelembe vételével alakították ki, az áramláskutatás eredményeinek felhasználásával. Ezek azonban a fejlődési szint elején voltak a hajóépítések kezdetén, de az elmúlt három évtized folyamán lényegesen átdolgozták, és, már nem maradhatott ki, hogy a Zeppelin – léghajó külső formáját bizonyos változtatások alá ne vessék. Az orsóforma előnyösnek tűnt, de konstrukciós okok miatt, főleg az első Zeppelin – léghajóknál mégsem ezt az alakot választották. Az építésileg könnyebben megvalósítható „párhuzamos” váz a két végén felszerelt szabályozódarabbal lassanként helyt kapott a sorozatban.



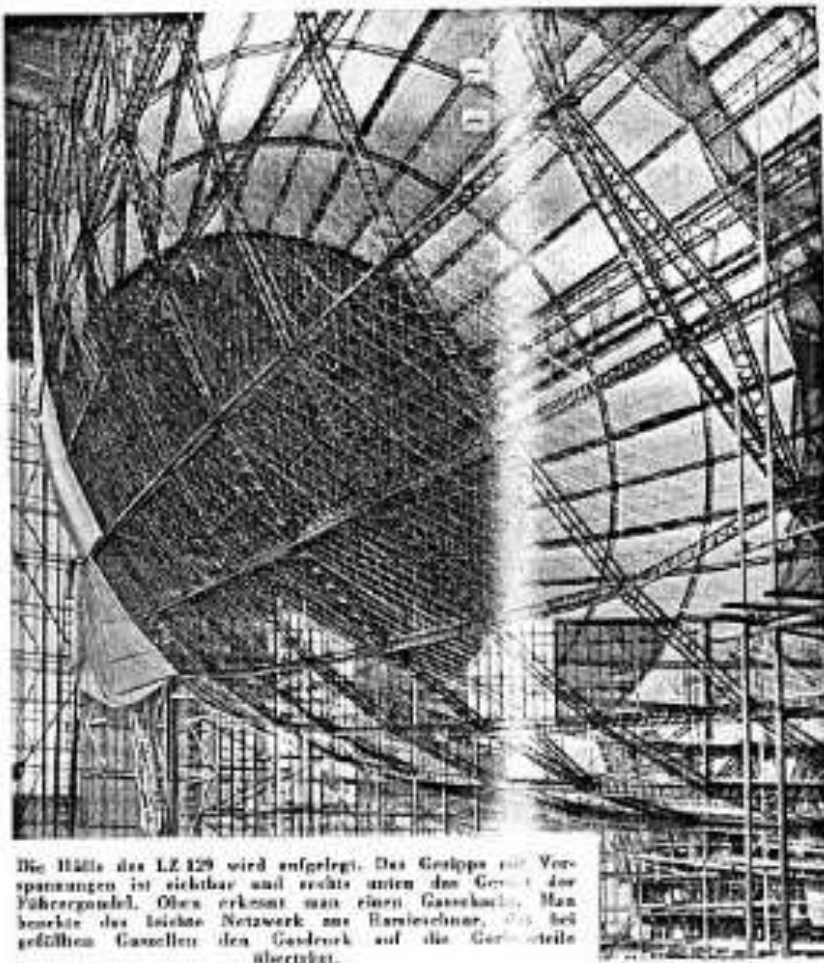
Az LZ129 hajóteste a vezérsík-kereszttel építés közben, felülről és hátulról nézve. A kúp alakú végső darab még hiányzik. A hajógerinc – kormánylapát magassági és oldalsó felfüggesztéseit már felszegecselték.

Mennél nagyobb egy léghajó utazósebessége, annál fontosabb áramlástechnikailag a forma kialakítása. Ezért tudtak az első léghajók a viszonylag elégséges formakialakításuk miatt is a gyengébb motorok használata miatt is csak csekély sebességgel közlekedni. Az LZ129 (1936) esetében egy majdnem ideálisan áramvonalas testről lehet beszélni, ami ezúttal azt jelenti, hogy

nem olyan karcsú, mint a „Graf Zeppelin”. A hossz és átmérő aránya az LZ127-nél 7,2:1, ezzel szemben az LZ129-nél csupán 6,0:1.

Egyértelműen kéz a kézben kellett járnia a hajótest áramlástechnikai javításának a hajó-légáramlásnak kitett részeinek (mint pl.: gondolák a felfüggesztéssel, irányítószervezet stb.), mert ezek káros légellenállásokat is ajánlatos volt lecsökkenteni. Erre a későbbiekben még többször, több ponton visszatérünk majd.

A hajótest nagysága a legszorosabb összefüggésben van a léghajótól elvárt teljesítménnyel, különösen a teherbíró-képességével. Az LZ1 (1899) „gáztartalma” 11300 m³, az LZ18-é (1913) 27000m³, az LZ62-é (1916) 55200 m³, az LZ104-é (1917), mint a legnagyobb háborús léghajóé 68500 m³ volt. Ezáltal a rugalmas léghajó (0C°; s=0,1; 760mm Q-S) hasznos terhelése 52100 kg-ra növekedett.



Die Hülle des LZ 129 wird aufgelegt. Das Gerippe mit Vorspannungen ist sichtbar und rechts unten das Gerüst des Führergondel. Oben erkennt man einen Gassackel. Man beachte das leichte Netzwerk aus Hartseilstränge, das bei gefüllten Gaszellen den Gasdruck auf die Gerüstteile überträgt.

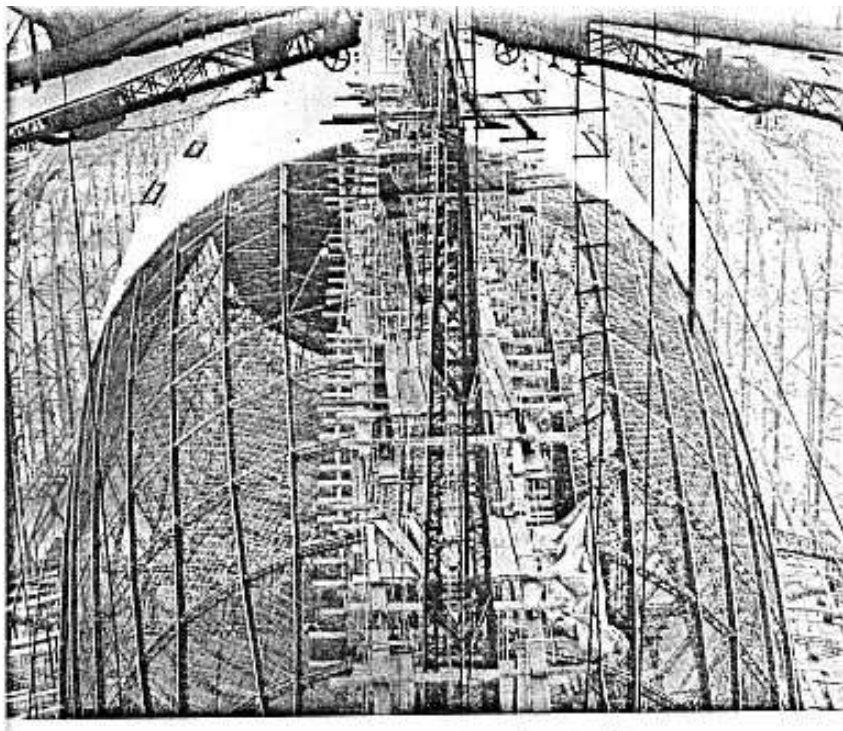
Az LZ129 burkolatának felrakása. Látható a hajóváz a merevítésekkel, és jobbra lent a vezetőgondola állványzata. Fölül felismerhető a gázakna. Meg lehet figyelni a könnyű kótél hálószerkezetet, ami a megtöltött gázcellák esetén a gáznyomást a vázszerkezetre viszi át.

Az ellenséges diktátumok és a gazdasági mérlegelések hatására az első békebeli léghajó töltőgáz-tartalmát 20000 m³-re leszállították, ami 10000 kg hasznos terhelésnek felelt meg (LZ 120, 1919). Az LZ126-nál (1924) már újra megemelték a gáztartalmat 70000 m³-re, ami a hasznos terhelés 41000 kg-ra való

emelkedését jelentette. Az LZ127 (1928) térfogata végül már 105000 m³ ért el, 73000 kg hasznos terheléssel. Ezzel szemben mind a térfogat, mind a terhelés emelkedhetett az LZ129 (1936) esetében, mégpedig 190000 m³-re.

A gáztartalom növekedése az általános léghajóméret növekedését is feltételezi. Így emelkedett az LZ1 (1899) 128 m-es hossza 226,5 m-re az LZ104-ig (1917). Az LZ126 (1924) 200 m hosszú volt, az LZ127 (1928) 235 m, miközben az új léghajó már 248 m. Az átmérője 41,2 m, az LZ1 (1899) 11,7 m-es, az LZ126 (1924) 27,6 m, és az LZ127 (1928) 30,5 m-es átmérőjével szemben.

A hajó alakját minden Zeppelin-léghajó estében a már meglévő, a Schütte - Lanz típuson kívül különböző angol, francia és amerikai léghajó építési fajtáitól vették át. Ezen hajóváznak nem csak az a feladata, hogy nagy sebességnél megőrizze a hajó alakját, hanem a fennmaradó energiát is el kell nyelnie. Itt pl. a gázcellák feszítőereje, vagy a gondola súlyának felvételére kell gondolni.



Az LZ129 hajóteste, felülről, hátulról nézve. Látható a gyűrűk, hossztartók, feszítők és a zsinegháló. Középen kiáll a hajótestből az oldalkormánylapát gerince, melynek első része már be van vonva.

A Zeppelin - léghajók váza egy finoman összeszerelt térbeli fonatból áll, amiben minden gerenda a hajótest palástvonalában fekszik, és ott van megfeszítve. A vázkonstrukció hajóról hajóra javult, az építőanyag javulásának és a statika fejlődésének megfelelően.

A hajóváz egymás után sorba rendezett gyűrűkből áll össze, melyek hossztartókkal vannak egymáshoz kötve. A lényeges megterhelést különösen erős, rombusz alakú feszítőmű által hasznosított és merevített, sarkán megerősített főgyűrűk veszik fel, melyek bizonyos távolságonként vannak közbekapcsolva. A kisebb segítőgyűrűk több szolgálatot tesznek a hossztartók merevítésének, tehát azok töréshosszának csökkentésében. Egyébként a hossztartó olyan hordozó

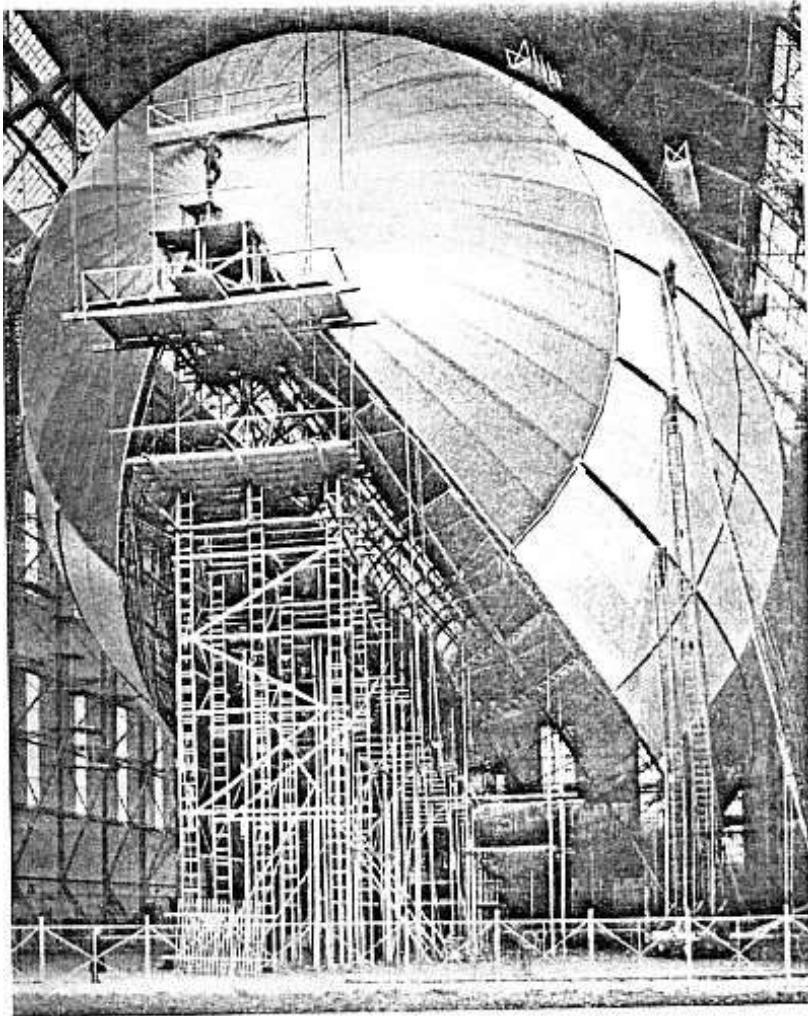
rudak, amelyek a főgyűrűk egyes sarkait egymással összekötik és a léghajó alakját hosszában meghatározzák.

A főgyűrűk egymástól való távolságát a hajó méretei határozzák meg. Az LZ127-nél ez kb. 15 m, az LZ129-nél 15 - 16,5 m. Minden főgyűrű a szükséges szilárdság elérését szolgálja. Ilyen módon a főként a hajó alsó részében fekvő rakományok és a túlnyomórészt a hajó felső részében érvényesülő felhajtóerő kiegyenlíti egymást. Minden 5 méterre egy segédgyűrűt kapcsolnak be, aminek semmilyen merevítése nincs, úgy, hogy minden két főgyűrű közé két segédgyűrűt raknak. A gyűrűknek az LZ127 esetében 28 szegletű alakja van, míg az LZ129-nél sűrűbb 36 szögű keresztmetszete van.



Az LZ129 palástjának összevarrása. Lényegében gyapjúanyagból van szó.

Minden Zeppelin léghajó esetében a hajóváz szegecselve van. Az LZ127 építésénél az addigi gyakorlat, a kézi szegecselés helyett használták először a pneumatikus préselő-szegecselést, mely a munkát gyorsabbá és a szegecsket egyenletesebbé tette. Építőanyagként az LZ129-hez, mint már említettük, egy különlegesen szilárd, speciális duralumínium-ötvözetet (a Z ötvözetet) használták, amely már az LZ127-nél is tökéletesen bevált. A merevítéshez ismét a kiváló acéldrótot alkalmazták.

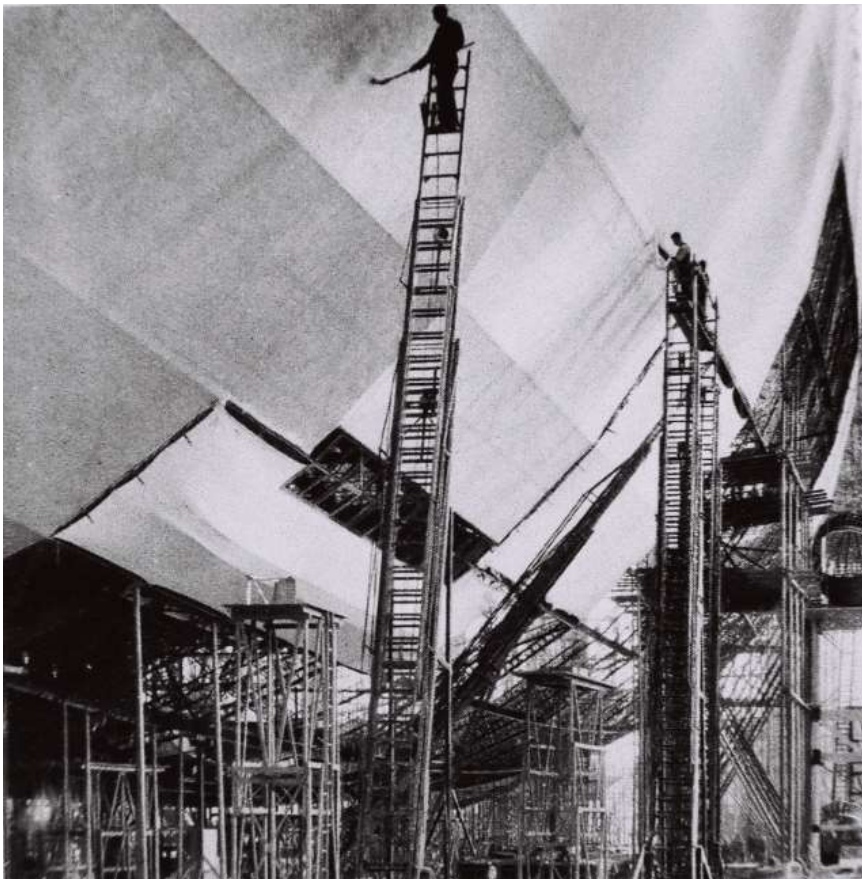


Az LZ129 palástjának felrakása. A hajó váza még egy darabon látható.

Mivel az újkori, nagyobb léghajók időközben több gondolával is fel lettek szerelve, rendelkezniük kell egy közlekedőfolyosóval, amin a gondolák közötti átjárás lehetséges. Már az első Zeppelin léghajónak is volt ilyen a hajótest alatt, amely az LZ1 esetében teljesen nyitott volt, de a későbbi hajóknál a légellenállás csökkentése érdekében bevonták szövettel. Ismét légellenállási okokból később ezt a folyosót egyre jobban feljebb hozták a levegőből, amennyire lehetett a hajó belsejébe rakták. Mivel a hajó közepébe az utasok számára egy szórakoztatótermet létesítettek, így a háború utáni léghajók esetében már teljesen a belső térben volt, és ez összekötötte az utastereket is. A későbbiekben ez az ok nem állt fenn, mivel a háború utáni léghajók utasterét a vezérgondolában alakították ki, de a folyosó továbbra is a hajó belsejében maradt. Az LZ127 (1928) esetében pl. a hajótest belsejében a gerinc alatt húzódik a fő szolgálati folyosó. Mivel az a feladata, hogy a gondolák súlyát a főgyűrűkre átvigye, így különösen erősre és szilárdra kellett megépíteni, merthogy a hajó gerincét képezi. Ezen a folyosón kívül, amelyik a hajó egyik csúcsától a másik csúcsáig vezet hosszában, van egy mási folyosó is, egy axiális folyosó. Ez utóbbinak a főgyűrűk átlós merevítésének középpontjában van a felfüggesztése. Ez képezi a hajó középső tengelyét, és a cella gondnok szolgálati útját. Ugyanúgy lehet megközelíteni a függőleges aknákon keresztül a hajó hátuljában, mint ahogyan a

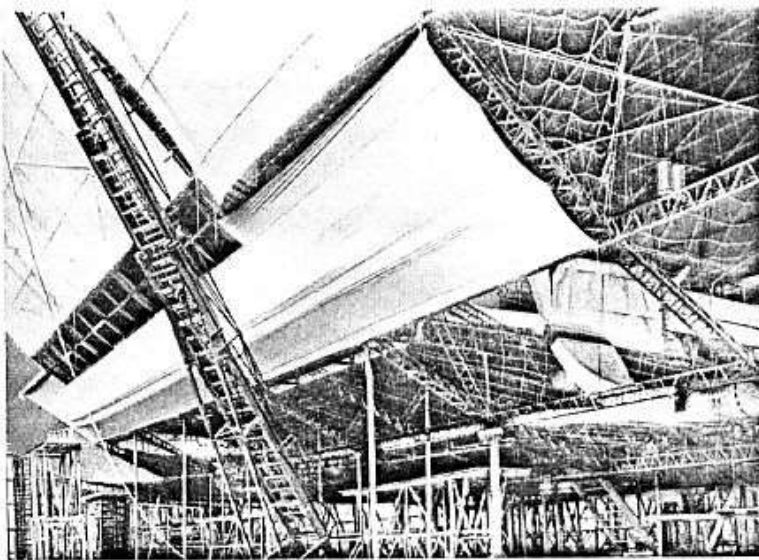
közlekedőfolyosót a cellákból. Az LZ127-nél mindkét oldalon az utolsó szobák a személyzet, a nagy rakterek, a rakomány, posta és élelmiszer, a tartályok az üzemanyag, a ballaszt és az ivóvíz számára vannak fenntartva. A középső nagy raktár olyan méretű, hogy nagyobb szállítmány darabok, mint járművek, zongora is beférnek. Az LZ127 például szállított már szétszedett repülőgépet Németországból Dél-Amerikába. A hasznos rakomány az LZ129 esetében 25000 - 30000 kg lehet. Az LZ127-ben a személyzet hálósobái a közlekedőfolyosó mentén, egy csoportban vannak. A vezetőgondola közelében az első részben található egy parancsnoki szoba, amiben ágy, fotel, szék és ruhásszekrény is van. A tisztelnél és a legénységénél minden két emberre jut egy szolgálati kabin. Minden kabin úgy van elrendezve, hogy a szolgálati helyhez az út a lehető legrövidebb legyen. Ennek ellentmondóan a repülőszemélyzet kabinjai elég messze vannak. Az LZ129 legénységi kabinjai lényegében az első hajórészben, a közlekedőfolyosó mellett, a vezetőgondola fölött és előtt vannak. Itt is egyéni szobákról van szó, két - két egymás fölé elhelyezett ágygal. A kabinok kis része található csupán a hajó farában, az irányítószervezet (vezérsík) előtt. A hajó közepén találhatók a mosdó és mellékhelyiségek.

A korábbi Zeppelin léghajókkal ellentétben ezúttal az összes utas helyiség a hajótest belsejében került elhelyezésre. Erről a 8. fejezetben részletesebben szólunk.



Az LZ129 palástja festés közben. A kép jobb oldalán látható a hajó baloldali motorgondolája. A váz még csak részlegesen van bevonva. Az előtérben felismerhető az utastér egyik ablaksora.

A hajóváz az LZ127-nél egy lepellel van bevonva, ami egy könnyű, különösen erős gyapjúanyagból van. Az időjárási viszonyok elleni nagyobb ellenállóképesség végett alumínium por tartalmú cellonnal van bevonva. A külső homokpapír bevonatot a felrakás után ledörzsölik, hogy lehetőleg teljesen sima hajófelületet érjenek el, ami a légellenállás miatt lényeges. Azért választották a világos színt a külső borítóhoz, mert a meleg sugárzások hatását a hajó belsejére a lehető legjobban csökkenteni akarták. A sugarak elnyelésével a cellákban levő gázt a túlmelegedés megnehezíti, és ezzel együtt az állandó napsugárzás hatására az anyag élettartama lecsökken. Míg a régebbi léghajóknál a külső borítás felrakásakor nagy erőt vetettek be, itt az új hajónál erről már lemondtak. Az LZ129-nél már gyapjúanyagból van a palást, a különösen terhelt helyeken pedig len falat használtak. Az egyes anyagdarabokat 7X15 méteres nagyságból speciális tűvel varrják össze és fűzik a váz egyes mezőibe. Különleges feszítőszerkezetek tartják repülés közben feszesen a palástot. A külső palást mintegy 35000 m² területű. Hogy ez mit jelent akkor lehet megérteni, ha elképzeljük, hogy egy városi nagy ház homlokzata mintegy 400 m²-t tesz ki.



Egy pillantás az LZ129 részlegesen befedett hajótestére. Megfigyelhető a váz a könnyűfémgerendákkal és feszítődróttal, valamint az utastér ablaksora. A hajó alatt láthatók a lépcsők, amikről az alsó fedélzet a földről elérhető. Repülés közben ezeket behúzzák. Balra a gondolák láthatók.

A Zeppelin léghajó gáztöltete kb. 56000 m² összfelületű gázcellákban van. A már említett főgyűrűk az LZ129 belsejét 16 részre osztják, amelyekben 16, egymástól független gázcella található. A gáztartályok ilyen elrendezése nem csak a vázkonstrukció miatt van, hanem biztonsági okokból is. A léghajó leszállásakor el kell kerülni, hogy a gáztöltés a hajó belsejében elmozduljon. A Zeppelin léghajókhoz ezért hosszadalmas kísérletek árán előállítottak egy különleges bőryanagot, ami nagyon könnyű gyapjúszövet valamint állati bőrök rétegeiből és nem engedi át magán a gázt. Az LZ129 számára a gázcellák anyagát a Berlin-Tempelhofi Ballonpalást Művek különleges eljárással készítette. Ez esetben is egy szövetanyagról van szó, amelyre egy speciális krém kenve gázálló anyag lesz belőle. Valamennyi cellát ellátták biztonsági szeleppel, a nagy nyomás miatti túlterhelés ellen. Ezen önműködő túlnyomásszelepekkel elkerülhető, hogy különleges, tágulni képes cellaanyagot kelljen használni. A cellák így nyugodtan feszesre tölthetők gázzal, mert nem kell az estleges kiszakadástól tartani. Ha egy bizonyos határ fölé emelkedik a belső nyomás, akkor a fölösleges gázmennyiség a szelepen keresztül kifújódik a gázaknába. Ezek a hajóban függőlegesen keresztülhúzó üregek a cellafalnak támaszkodva egy támasztókeretet adnak. Ezek az aknavázak egyszerűen néhány egymás alá rakott drótkeretből állnak, amelyek a hajó orrához vannak rögzítve. A hajó farából a szabadba torkolló, sapkához hasonló aknanyílásokat a hajófar

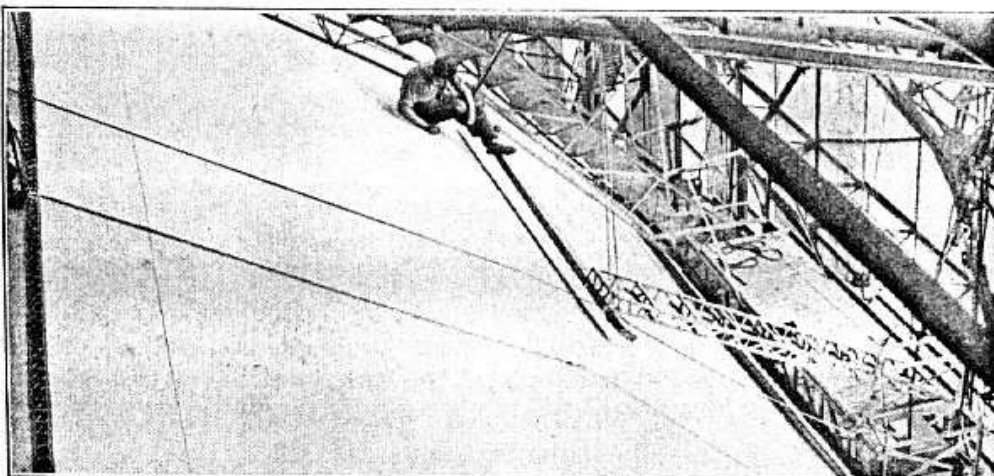
felé irányított szívó „kalapok” fedik. Ezek azt a célt szolgálják, hogy az előttük eláramló levegőt az aknába beporszívózzák.

Ezen kívül a Zeppelin léghajókhoz különleges manőver szelepeket is kifejlesztettek, melyekkel a felszerelték a gázcellák egy részét. Ezek teszik lehetővé, hogy a léghajó emelőerejének csökkentésekor a felesleges gáz kieresztődjön. Ezeket a vezetőgondolából lehet vezérelni.



A külső palást gyapjúanyagának feszítő rögzítése.

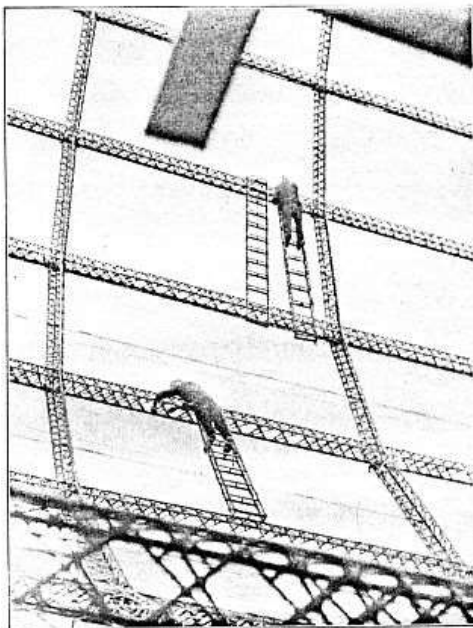
Az LZ129-nél töltőgázként hidrogéngázt használtak. A robbanásveszély csökkentésére héliumgáz használata is lehetséges. Ismertek az Észak-Amerikai Egyesült Államokból származó héliumtöltésű léghajók, de ezek csak nagyon kis tért tudtak nyerni, és említésre méltó héliumgáz termelés is csak az Egyesült Államokban van, ami a mi esetünkben bizonyos nehézséget jelent. Amerika ebben a tekintetben kétségtelenül ígéreteset alkotott. A német léghajónál azonban nagyobb a törekvés mert ezen drágább gázzal óvatosabban kell bánni. Ezért, ha héliumtöltést akarunk, a gázcellákat fel kell szerelni kisebb segéd cellákkal, amelyeket a héliumgáz tökéletesen körbevesz, és egy bizonyos mennyiségű olcsóbb hidrogéngázt kell beléjük tölteni.



A külső palást feszítő rögzítése.

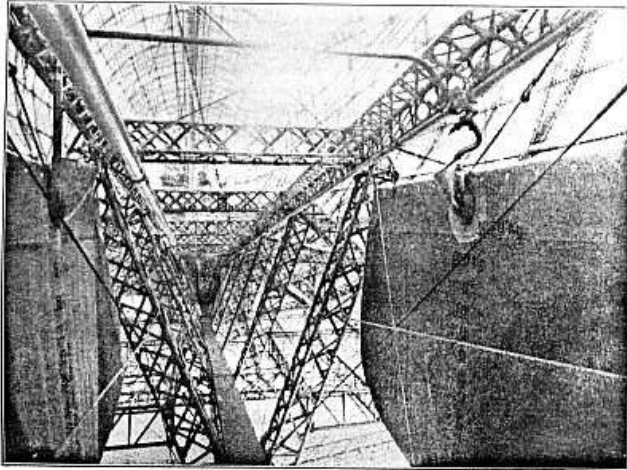
A hosszabb utazások alkalmával az üzemanyag felhasználás miatt egy léghajónál egészen jelentős súlyveszteségek adódhatnak, ami úgy ismerhető fel, hogy a jelentősen könnyebbé vált léghajó felfelé törekszik. Hogy ezt a növekvő felhajtóerőt visszaszorítsák, azon

fáradoztak, hogy ballasztnyerőket fejlesszenek ki. Ezért olyan készüléket építettek, amelyik a motor kipufogógázából ballasztvizet nyer. Ez egy vékony áramvonalas alumíniumcső rendszer, amiben a meleg kipufogógáz a levegővel összekeveredve áramlik végig. A menetszáltól a csövek lehűlnek, és a bennük levő gáz velük együtt lehűl, miközben vizet ad ki magából, amit egy tartályba összegyűjtenek, és a ballasztvíz-tartályba szivattyúznak. Ez a berendezés hasznosnak bizonyult, bár a hosszú távú használat során akadtak nehézségek a vékony csövek átégése és elkormosodása miatt. Hogy mégis milyen fontosak az ez irányú kísérletek, abból látszik, hogy az LZ126 a 70000 m³ gáztöltésével a normál utazóüzemben mintegy 290 kg tüzelőanyagot fogyasztott el 100 km-en. Ez egy óceánon keresztüli úton mintegy 23 tonna benzint és 1,3 tonna olajat jelent. Ahhoz, hogy a léghajót egyensúlyba hozzák a leszállás előtt kb. 24000 m³ hidrogént kellett kiengedni. A gázvesztesség mintegy 7000 királyi márkára rúg. Héliumgáz üzemelésnél ez túlságosan megdrágítaná a közlekedést, mert abban az esetben ennek az összegnek kb. hétszeresével kell számolni.



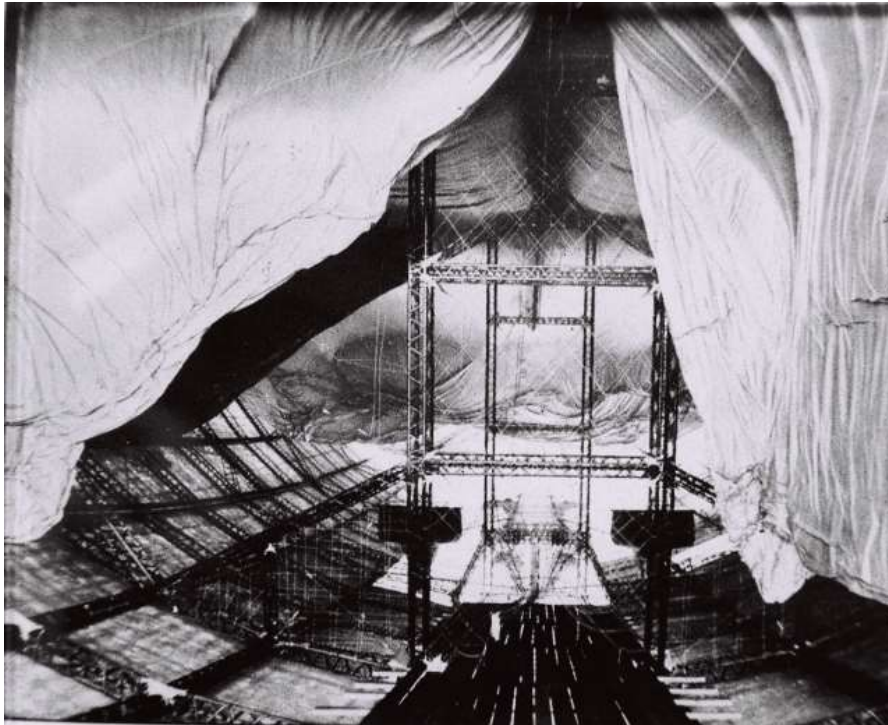
A külső palást hozzáerősítése a gerendákhoz a hajó belsejében.

Az LZ129-nél ezt a kérdést úgy oldották meg a héliumos üzemeltetés estében, hogy a már említett, a héliumgáz cellák belsejében levő hidrogéngázt arra használják fel, hogy az utazás alatt felhasználásra kerülő üzemanyagot „cipelje”. A felhasználásnak megfelelően ebből az olcsóbb hidrogéngázból kiengednek, miközben a drágább héliumgáz a hajóban marad. Ezen elrendezés tehát kedvezőbb hajótér kihasználást enged meg héliumgáz üzemelésnél. A belső hidrogéngáz cellák a nem gyúlékony héliumgáz „védőköpenyében” a legnagyobb védelemben vannak. Ilyenkor a hidrogén mintegy a teljes töltés harmadát teszi ki.



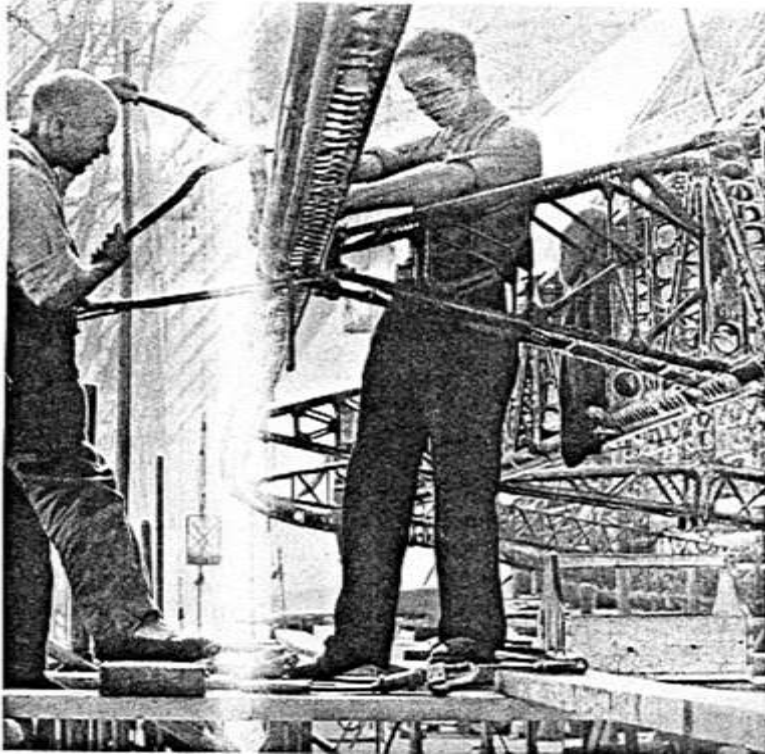
Háromrétegű gumianyagból készült ballasztzsákok a tőkesúly-víz felvételére az LZ127-ben a közlekedőfolyosó mindkét oldalán lógnak ballasztok. Felismerhetők a csővezetékek.

Itt utalni kell arra, hogy az üzemeltetés a pusztán hidrogéngáz feltöltés esetén nem tűnik sokkal veszélyesebbnek, amit az eddigi tapasztalatok alátámasztanak. A helyes alkalmazás esetén az említésre méltó veszély nem más, mint csak szóbeszéd. A hidrogén feltöltés javára szól az is, hogy 10%-kal nagyobb a felhajtóereje, mint a héliumgázé. Ez egy 70000 m³-es hajó esetében az 6000 kg-ot plusz, ami a gyakorlatban ennyi utas és rakomány bevételét jelenti.



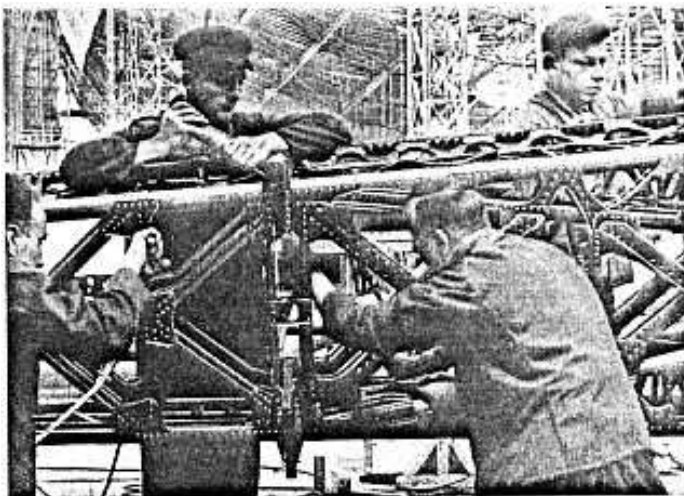
Az LZ129 gázcelláit feltöltik.

A Zeppelin léghajó gázcellái feszesre fel vannak töltve, és így egy finom zsinórhálózathoz simulnak. Ennek az a célja, hogy a gáznyomást a váz részein egyenletesen elossza, és elkerülje a külső palást erős igénybevételét. Hogy milyen nagy mennyiségű zsinórt használnak fel egy léghajóhoz, abból látszik, hogy az LZ127 esetében ez 120 km-t teszi ki. Ez a mennyiség a Friedrichshafen - Stuttgart közötti távolság. Az LZ129-nél már 170 km zsinórt használtak fel, ami a Frankfurt - Baden-Baden távolságot teszi ki.



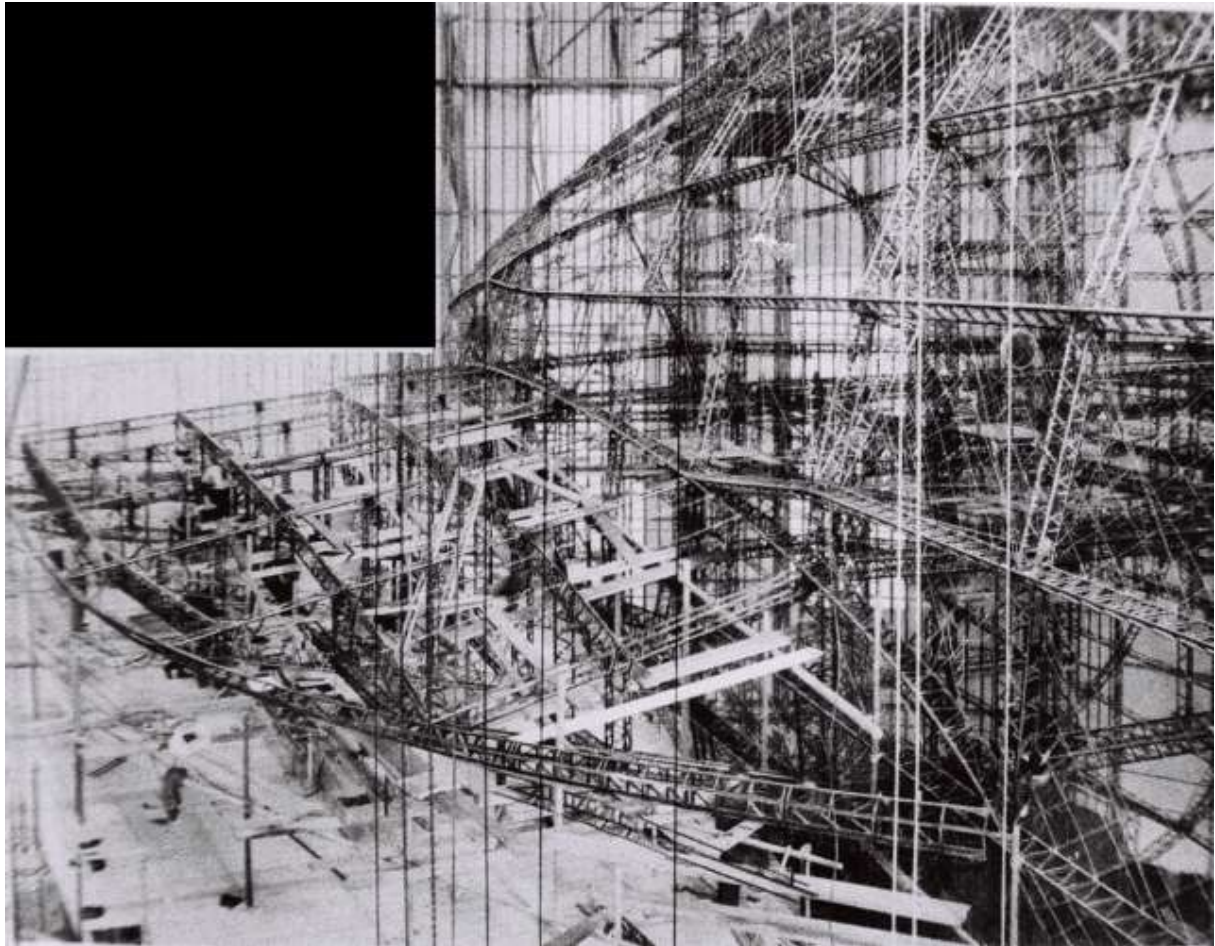
A vezérsík szerelése az LZ129-en. Egy oldalsó magassági vezérsíkot építenek be a hajótestbe.

Kb. 136 km acéldrót került felhasználásra. A kb 5,5 millió szegecse a könnyűfémváznak kereken 80 Centnert nyom (1 Centner=100 font, 1 font= kb. 0,5kg), így egyedül ennek az elszállításához egy nagy tehergépkocsira lenne szükség. A váz előállításához 22 km háromszög keresztmetszetű gerendára, 70 km idomra, és 115 km feszítőkötélre volt szükség. Ezen építőanyagok egymás mellé téve mintegy 500 km-t tesznek ki, tehát Frankfurt - Berlin távolságát.



Az LZ129 vezérsík rögzítésének szegecselő munkásai. Felismerhető a könnyűfém konstrukció.

Az LZ129 palástanyagából mintegy 9000 férfióltónyt lehetett volna varrni. Ha a gázcellákat világítógázzal töltenék meg, azt a mennyiséget használták volna fel, amivel egy hétköznapi utcai világítólámpa 26000 napig, azaz 72 évig működött volna, vagy egy családnak a világításhoz és a főzéshez együtt 690 évig lett volna elég. Itt egy család szükségletére 25m³ vettünk alapul. Az LZ129 méreteit az is szemlélteti, hogy egy gyalogosnak 3 percébe telik, amíg egyik végéből a másik végéig elér.



Az LZ129 hajófara, fedélzeti folyosóval. Felismerhető a vastag, vízszintesen épített folyosó kültéri építése, amit később egy magas daruval tesznek a helyére. Látható a rögzítő drótok összevisszasága, ami mégis egy sokszor végiggondolt rendszer, amelyben egyetlen méter drót sem felesleges, de egy sem hiányzik. Felismerhető a könnyű hálószerkezet is, ami a gáznyomást a vázszerkezetre szétosztja. A előlről, a hátsó rész felé fényképezték.