

3 dalis.

SUVIRINTŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS**3.09 Slėginių indų projektavimas*****Turinys:***

1. Europos Direktyva slėgio indams (DGRL)	1
2. Pagrindiniai reikalavimai saugumo klausimais pagal DGRL I-mas priedas	2
3. Atitikimo įvertinimo diagrama pagal DGRL II-as priedas	3
4. Atitikimo įvertinimo būdai pagal DGRL III-čias priedas	6
5. Eksploatacijos vadovas	8
6. Pavyzdys	9
7. Vadovaujantys nurodymai	10
8. Sąvokų aiškinimas (pagal DGRL)	11
9. Literatūra	12

1. Slėgio indų ir jų techninės įrangos Europos Direktyva

Direktyva 97/23/EG, pavadinta kaip slėgio indų techninės įrangos direktyva [DGRL], buvo atrinktinai taikoma Vokietijoje nuo 29.11.1999, o pradedant nuo 29.05.2002 įgavo juridinio dokumento teises visoje Europoje DGRL Nacionalinėje teisėje diegta nuo 27 rugsėjo 2003 m., kaip 14-tas slėgio indų ir jų techninės įrangos saugumo įstatymas. DGRL tarnauja įvairių slėgio indų normatyvinių aktų, paruoštų ankstesniais metais, suvienodinimui ES šalyse. Harmonizuojant įvairius teisinius reikalavimus, siekiama panaikinti prekybos barjerus, sudaryti sąlygas laisvai prekybai ir patarnavimams.

1.1 DGRL sudėtis

DGRL sudėtyje 21 straipsnis ir priedai I - VII.

Priedas I = pagrindiniai saugumo reikalavimai

Priedas II = atitikimo įvertinimo diagrama

Priedas III = atitikimo įvertinimo būdai

Priedas IV = minimalūs kriterijai kandidatams ir pripažintiems nepriklausomiems bandymo-įvertinimo įstaigoms

Priedas V = Kriterijai įstaigoms, pretenduojančioms tikrinti gamybą

Priedas VI = CE – sąvokos

Priedas VII = pažymos apie prekes atitikimą

DGRL galioja slėgio indų parametų apskaičiavimui, gamybai ir įrangos atitikimą saugumo reikalavimams įvertinti, kai perteklinis slėgis didesnis kaip 0,5 barai (bar).

DGRL aprašo tik esminių saugumo reikalavimų skaičiuojant pagrindinius parametrus, gaminant ir būdus slėgio indų atitikimui įvertinti.

Pagal Direktyvą slėgio indais vadinami:

talpos, vamzdynai, įrangos dalys su saugumo funkcijomis (pavyzdžiui, apsauginiai vožtuvai ir kt.), įranga paduoda suslėgtą terpę į talpą.

Išimties išvardinti straipsnyje 1.3 DGRL.

Pastaba:

DGRL ne reglamentuoja slėgių indų montavimo ir statybos įrangos.

DGRL ne reglamentuoja eksploatacijos/remonto/slėgio sukeltimo įrangos pakeitimų ir patikrų periodiškumo.

Šiuos klausimus palikta reglamentuoti nacionalinėms instrukcijoms, arba praktikoje - eksploatacijoje patikrintomis normomis, bei administracinėms nuorodomis dėl pramoninės saugos.

1. Įvadas

Suvirintos konstrukcijos įvairiose pramonės srityse (pavyzdžiui plieninės statybinės konstrukcijos, mašinų gamyboje, talpos ir vamzdynai) veikiami specifinių poveikių įgyja ir specifinius defektus.

• Siūlės veikiant statiniai, apkrovai gali įgauti sekantį irimo pobūdį:

- Statinis lūžis, valkšnus lūžis

- Trapus irimas

- Terusinis – laiptuotas irimas

- Stabilumo netekimas

• Irimas veikiant temperatūrai

- Aukštų temperatūrų įtaka => į skaičiavimuose priimtos takio ribos dydį, į deformacijų dydį nuo valkšnumo reiškinio.

- Žemų temperatūrų įtaka => į siūlės trapumą

• Irimas veikiant dinaminėms apkrovoms

- Nuovargio irimas (nuovargio lūžis)

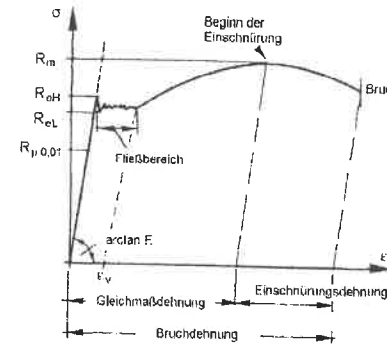
- Irimas, dinamiškumo koeficientui viršijus numatytas ribas

Kiekvienos konstrukcijos suvirinti sujungimai kaip ir pati konstrukcija turi numatytą laiką funkcionuoti be sutrikimų pilnai atliekant jai skirtas funkcijas.

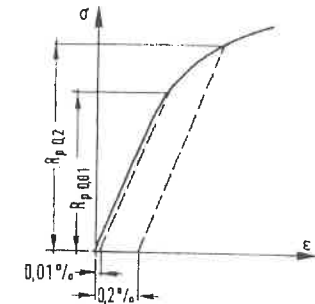
2. Suvirintos jungtys, veikiant statinei apkrovai

2.1 Paprastas apkrovimas

Apie naudojamą medžiagą darbą, statinėje apkrovoje, daugiausia informacijos teikia standartinių bandinių statiniai bandymai mechaninėse bandymo mašinose (kai gaunamos tempimo diagramos, stiprumo ir plastiškumo charakteristikos).



1 pav. Įtempių-santykinių linijinės deformacijos diagrama (plienui su aiškia takumo aikštele)



2 pav. Įtempių-santykinių linijinės deformacijos diagrama (be takumo aikštelės)

Nelegiruotiems, plastiškiems plienams būdingos tempimo diagramos yra panašios į 1 pav. parodytą. Legiruotiems mažai plastiškiems plienams, aliuminio lydiniais daugiau būdingos 2 pav. parodytos diagramos pobūdys.

Tempimo bandymas pagal DIN EN 10002-1:

R_p : Santyginė takio riba (įtempis, prie kurio bandinio liekamoji deformacija pasiekia ϵ_p dydį)

$R_{p0,01}$: Santyginė takio riba, prie kurio bandinio liekamoji deformacija pasidaro lygi 0,01 %

Santyginė takio riba su 0,01 % liekamąja deformacija, laikoma tamprio riba.

$R_{p0,02}$: Santyginė takio riba, prie kurio bandinio liekamoji deformacija pasidaro lygi 0,02 %, įteisinta kaip oficiali metalo, neturinčio takumo aikštelės, takio riba. (užrašoma normose ir metalo savybių duomenų lentelėse bei žinynuose)

R_e : Fizinę takio ribą rodo metalai, turintys takumo aikštelę, kadangi takio aikštelės ribose apkrova nedidelėse ribose kinta (žiūr. 1 pav.), tai skiriama - viršutinė takio riba R_{eH} ir apatinė takio riba R_{eL} .

Tipinė suvirinto sujungimo irimo forma nuo ramios apkrovos yra statinis lūžis nuo per didelės apkrovos arba plastiškas irimas.

Tada kalbama apie plastinį konstrukcijos iširimą. Kuris rodo, kad apkrovos žymiai viršijo skaičiuotus dydžius. Nors skaičiuojant ir nebuvo įvertinti galimi įtempių koncentratoriai, o irimas, kaip taisyklė, prasideda visada koncentratorių vietose.

2.2 Erdvinis įtempių būvis

Tempiamas strypas, kad ir būdamas linijiniame įtempių būvyje, tempiant deformuojasi visomis kryptimis (žiūrėti 3.02-1).

Skersinė deformacija tada yra priešingo ženklo negu išilginė deformacija:

Tamprumo ribose (esant linijiniam įtempių būviui) linijinė santykinė išilginė deformacija yra proporcinga skersinei santykinė deformacijai. Proporcingumo koeficientas žymimas raide μ ir vadinamas *Puasono koeficientu*.

$$\epsilon_q = -\mu \cdot \epsilon_l \Rightarrow \mu = -\frac{\epsilon_q}{\epsilon_l}$$

μ - bedimensinis dydis (skaičiavimuose, plienams vidutinė jo reikšmė priimami lygi 0,3). Konstrukcijos skersinė deformacija gali būti varžoma ypač įtempių koncentratorių vietose.

2. Pagrindiniai saugumo reikalavimai pagal GRL (I-mas priedas)

I priede randasi pagrindiniai saugumo reikalavimai, liečiantys:

- parametų nustatymą
- gamybą

- bandymus
- žymėjimą/markiravimą
- instrukcijas
- medžiagas

Šių pagrindinių reikalavimų būtina laikytis.

2.1 Normų derinimas

Įdiegiant europines Direktyvas, turėtų būti jau priimtos unifikuotos europinės normos, taip vadinamos, darniosios normos. Darniąsias Normas priima ir paruošia Techniniai Komitetai (TK). Jeigu nustatant gamybos parametrus buvo remiamasi darniosiomis normomis, tai laikoma, kad saugumo reikalavimai pagal GRL išlaikyti.

2.2 Pavojų analizė

Pagal DGRL gamintojas, prieš gamindamas konstrukciją (gaminį), turi išanalizuoti pavojus, kurie gali atsirasti eksploatuojant tą įrenginį (gaminį) po slėgimu. Tos analizės rezultate turi būti numatytos priemonės, kad sudėtinės dalies arba įrenginio avarijos atveju pasekmių nebūtų arba jos būtų izoliuotos.

Pavojų analizė, sudaro konstrukcijos elementų kūrimo pagrindą.

Slėgio indai turi būti taip sukonstruoti, kad jų saugi eksploatacija būtų garantuota, jeigu bus laikomasi gamintojo nuorodų.

Analizuojant galimus pavojus DGRL skiria 2 atvejus:

- pagaminamas /tiekiamas vienas įrenginys dirbantis veikiamas slėgimu;
- pagaminamas /tiekiamas visa funkcinė grupė (statybinė grupė) dirbanti veikiant slėgimui

Reikėtų laikytis sekančio nuoseklumo:

1. Pavojų pašalinimas arba išvengimas;
2. Apsaugų panaudojimas, kur pavojų pašalinti negalima;
3. Vartotojų informavimas ir perspėjimas apie likusius pavojus.

Šiuos pagrindinius kriterijus reikėtų ištirti:

Galimi sienelių mechaniniai irimai, dėl:

Konstruktinių klaidų, gamybos klaidų, montavimo klaidų, slėgio leistinų dydžių viršijimo, leistinų temperatūrų viršijimo, vidinės korozijos, išorinės korozijos, išorinio poveikio ir t.t.

Nesandarumai, dėl:

Ardomų/atidaromų ir neardomų sujungimų techninio ne sandarumo

Prijungiamos įrangos prijungimo techninio ne sandarumo

Įrenginių, esančių po slėgimu atidarymo ir uždarymo sąlygas,

2.3 Medžiagos parinkimas

Slėgio įrangos gaminiui parenkamos medžiagos, turi išlaikyti savo tinkamas savybes visą eksploatacijos laikotarpį. Parenkamos medžiagos turi pasižymėti:

- Nekintamomis savybėmis, visomis galimomis eksploatacijos sąlygomis, visomis medžiagos savybių kontrolės sąlygomis;
- Nekisti chemiškai eksploatacijos metu pasitaikančių, terpių aplinkoje;
- Senstant žymiai nekeisti savo teigiamų savybių;
- Būti tinkamomis numatytiems technologiniams apdirbimo būdams;
- Turi būti parenkamos taip, kad junginyje su kitomis detalėmis nesudarytų elektrovaros porų, arba ne atsirastų kitokių nepageidautinų laike pasireiškusių pasekmių.

Vartojamos medžiagos turi būti aprobuotos darniosiomis normomis, pagal europinius leidžiamų medžiagų sąrašus arba turėti ekspertų paruoštus atitinkamus leidimus.

3. Atitikimo DGRL (II-as priedas) įvertinimo diagrama

Kiekvienas įrenginys darbai po slėgimu prieš realizaciją turi būti sertifikuotas vienu iš būdų. Būdas turi nustatyti poveikius, kurie leistų įsitikinti apie įrenginio tinkamumą ir saugumą. II priede randasi 9 diagramos. Tinkama diagrama parenkama pagal šiuos požymius:

Slėgio indai = 1-4 diagramos,

Garo katilai = 5 diagrama
Vamzdynai = 6-9 diagramos
Įrangos su saugumo funkcijomis detalėms galioja
IV Kategorijos arba slėgio indų įrangos kategorijos

Agregatinis būvis = dujos arba skystis
Apie terpės agregatinį būvį sprendžia, kai terpė turi maksimaliai leistiną temperatūrą. Jeigu indo pritaikymas universalus, tai laikoma, kad terpė yra dujiniam būvyje.

Terpės gali būti priskiriamos (dujos arba skystis) dvi grupės = 1 grupė ir 2 grupė

1 grupė = pavojinga medžiaga,

2 grupė = visos kitos medžiagos nepatenkančios į 1 grupę

Visos terpės žymimos kodiniais skaičiais pagal 2 –rą skyrių 2 –rą pastraipą Direktyva 67/548/EEG pagal pavojingumą (R-sąrašą).

Priklausomai nuo R-sąrašo skiriamos dvi grupės (1 arba 2)

Jeigu slėgimo indas yra universalus pritaikomumo, tai žymima „1“ grupė.

Indo sukauptos potencinės energijos rodiklis (pavojingumo matas)

Apskaičiuojamas sudauginus:

Pmax iš slėgio indo tūrio arba

Pmax iš nominalaus vamzdyno vidinio diametro (ND) ir žymimas kategorijos modulių I - IV

Kategorijos

DGRL priede II randame sekančias modulių kategorijas:

I = modulis A

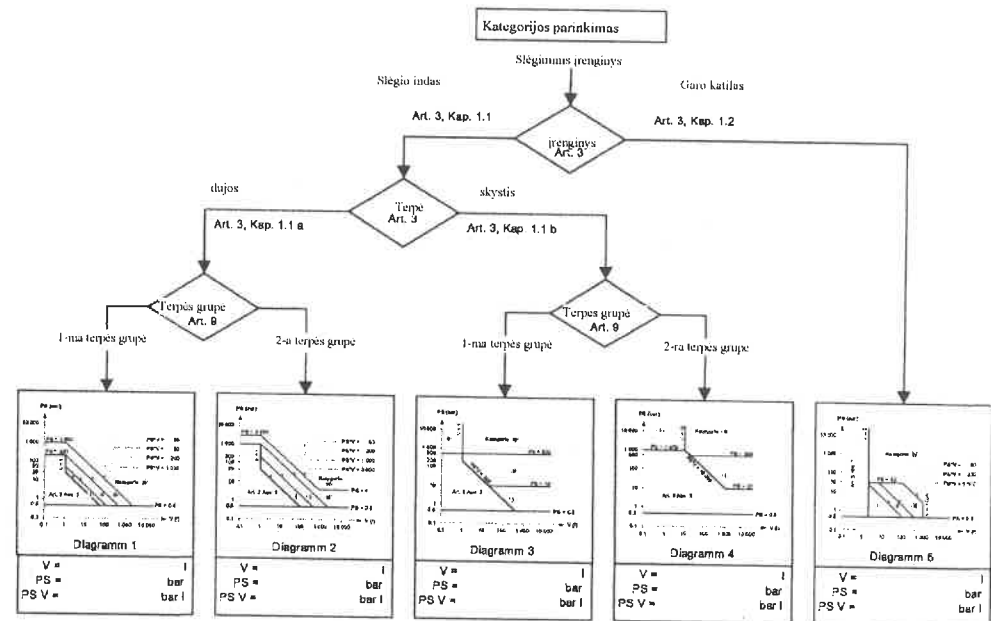
II = modulis A1, D1, E1,

III = modulis B1+D, B1+F, B+E, B+C1, C1, H

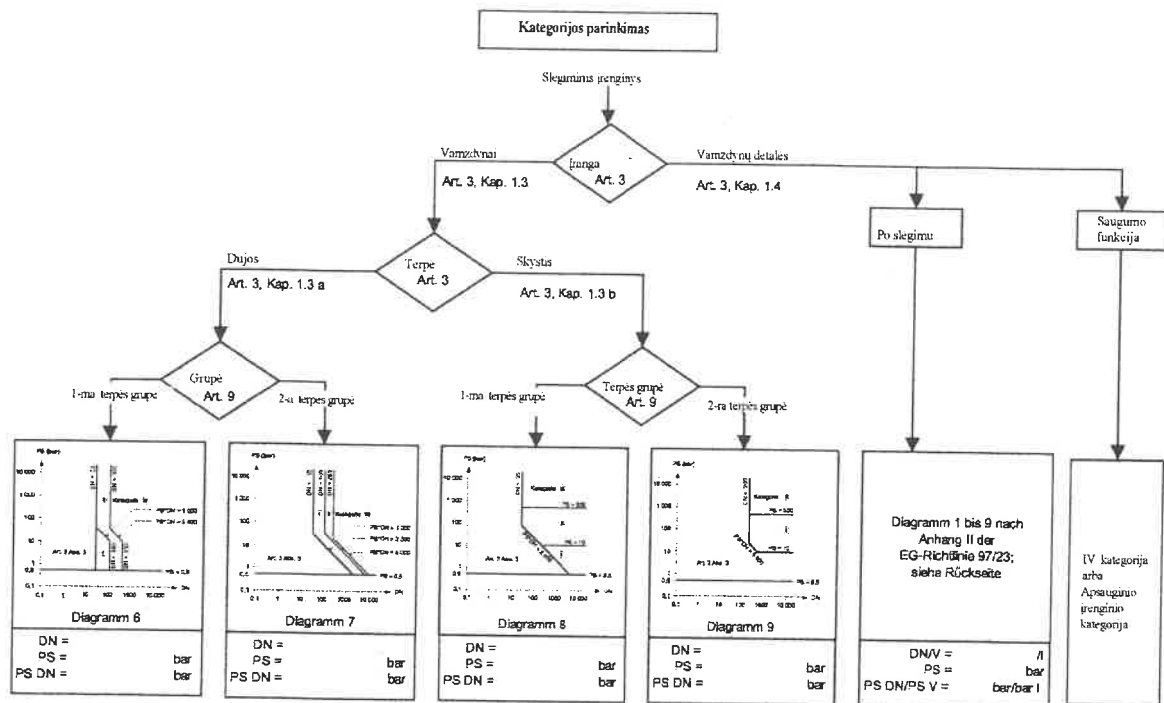
IV = modulis B+D, B+F, G, H1

3.1 Kategorijos nustatymas

Indas /katilai



Vamzdynai/vamzdynų dalys



4. Atitikimo pagal DGRL (III-čias priedas) įvertinimo būdai

Gamintojas, remdamasis norima gaminio kokybe ir būtinu patikrinimų komplektu, gali pasirinkti gaminio modulį. II, III, IV kategorijoms gauti įmonė turi būti sertifikuota.

Sertifikuotas gamintojas, prieš parduodamas kiekvieną įrenginį (slėgio indą), turi pažymėti gaminį CE ženklu ir raštuškai įforminti gaminio atitikimo reikalavimams deklaraciją. (ženklas CE – nėra gaminio kokybės ženklas)

Moduliai:

- A Vidaus gamybinė kontrolė
- A1 Vidaus gamybinė kontrolė su priėmimo priežiūra
- B EC gaminio patikra
- B1 EC projekto patikra
- C1 Priėmimo priežiūra
- D Gamybos kokybės garantija, galutinis priėmimas ir išbandymas
- D1 Gamybos kokybės garantija, galutinis priėmimas ir išbandymas
- E Gamybos kokybės garantija, galutinis priėmimas ir išbandymas
- E1 Gamybos kokybės garantija, galutinis priėmimas ir išbandymas
- F Produkcijos išbandymas
- G Išskirtinis išbandymas
- H Kokybės plačiai apimanti garantija
- H1 Kokybės plačiai apimanti garantija su projekto patikra ir priėmimo priežiūra

4.1 Įrenginiai dirbantys su slėgiu pagal 3 skyrių ir 3 poskyrių

Štame kategorijų skirstyme reikia įvertinti:

Projektavimas ir gamyba pasižymi didele inžinerine praktika, tai yra personalas turi sukaupęs didelę patirtį ir sugeba įvertinti visus galimus saugumui pavojus.

Vartotojo vadovų bū aprūpinta visomis saugaus eksploatavimo instrukcijomis ir turi eksploatavimo patirtį.

Saugumas garantuojamas visam eksploatacijos laikui.

Gamintojas prisiima pilną atsakomybę, turi tam atitinkančius leidimus. Ant įrango ženklos CE nestatomas

Modulio kategorija	Gamintojas be KS ^{*)}				Gamintojas su KS ^{*)}			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Serijinė gamyba	A	A1	B1+F	G	A	E1	B1+D / H	H1
Vienetinė gamyba	A	A1	B+C1	B+F	A	D1	B+E / H	B+D

*) KS- Kokybės sistema

5. Eksploatacijos instrukcija

Paleidus į apyvartą slėgio indą, prie jo turi būti naudotojo eksploatacijos instrukcija (pagal DGRL numatytą apimtį), joje turi būti ir visi naudinga informacija saugiai eksploatacijai. Be to joje turėtų būti sekantys skyriai:

- Montavimas, įskaitant ir įvairios įrangos dirbančios spaudimo aplinkoje prijungimas;
- Paruošimas eksploatacijai;
- Panaudojimas;
- Techninis aptarnavimas, įskaitant ir variklio inspekciją.

7. Vadovas (krypties vadovas)

Tam, kad Slėginių indų taisyklės būtų vienodai taikomos, Europos Komisijos darbo grupė „Slėgis“ (WPG) paruošė krypties vadovą. Jis paruoštas klausimų-atsakymų forma. Vadovas neturi būtinos interpretacijos statuso Direktyvų atžvilgiu. Būtinumo statusą turi tik Direktyvos tekstas 97/23/EG. Bet, vis dėl to, vadovu siūloma vadovautis visiems suinteresuotiems subjektams. Vadove sudėti valstybių-dalyvių ekspertų vieninga nuomonė ir ja reikėtų remtis, jeigu nėra viršesnio dokumento.

Vadovas turi sekančius skyrius:

1. Direktyvos pritaikymo sritys ir išimtys
2. Klasifikacija ir pasiskirstymas pagal kategoriją
3. Moduliai (grupės)
4. Įvertinimo būdai
5. Pagrindinių projekto reikalavimų interpretacija
6. Pagrindinių gamybos reikalavimų interpretacija
7. Pagrindinių reikalavimų medžiagai interpretacija
8. Pagrindinių ypatingų reikalavimų interpretacija
9. Įvairūs
10. Bendros/Apžvalginės temos

7.1 Krypties vadovo klausimų –atsakymų pavyzdžiai

Klausimas:

Ar patenka skysto mėšlo talpa į Direktyvų valdomą sritį, jeigu ši talpa ištuštinama suspaustu oru?

Atsakymas:

Taip, kadangi maksimalus slėgis inde viršys ištuštinimo metu 0,5 bar. Oro slėgimas ir talpos tūris nulemia talpos kategoriją pagal 2 diagramą II priede. (Žiūrėti 1 skyrių 3.19 poskyrį, 3 straipsnį 1.1 postraipsnį, II priedą)

Klausimas:

Kas slepiasi po sąvoka „gera inžinerinė praktika“?

Atsakymas:

Ne iškreipiant 4 straipsnio minties, 1.2 poskyris, "gera inžinerinė praktika" reiškia, kad tas slėgio įrenginys buvo suprojektuotas, įvertinant visus svarbius faktorius, kurie įtakoja eksploatacijos saugumą. Virš to gaminys pagamintas, išbandytas ir aprūpintas eksploatacijos instrukcijomis, ir jeigu tas gaminys bus protingai pagal instrukciją eksploatuojamas, jo visam eksploatacijos amžiui garantuojama kokybė ir saugumas. Gamintojas neša atsakomybę už geros inžinerinės praktikos laikymąsi.

8. Sąvokų pagal (DGRL) aiškinimas

Įrenginys, dirbantis paslėgimu:

Indas, vamzdis, detalės su saugumo funkcija, detalės atlaikančios slėgimą.

Indas:

Uždaras konstrukcijos elementas, apskaičiuotas ir pagamintas suslėgto skysčio arba dujų laikymui.

Vamzdis:

Skirtas skysčio arba dujų transportavimui.

Statybinė slėgiminė grupė (modulis, blokas):

Keletas konstrukcijos elementų sujungtų tarpusavyje vieningam technologiniam procesui vykdyti. DGRL Direktyvoje nenumatyta modulio arba bloko ribų.

Įrangos detalės su saugumo funkcijomis:

Tarnauja sistemos apsaugai nuo per didelio slėgio.

Slėgimo veikiamų korpusų įrangos detalės:

Techninė įranga reikalinga slėgimo indo funkcionavimui.

Terpė:

Terpė tai gali būti dujos, skystis, garas arba jų mišiniai. Terpės agregatinį stovį nusako maksimaliai galima temperatūra. Skiriamos dvi terpių grupės 1 ir 2.

Kategorijos: (žiūrėti DGRL II priedą)

Yra 9 diagramos kategorijų nustatymui:

Parinkus atitinkama diagramą kategorija nustatoma pagal sukauptą potencinę energiją (pavojaus potencialas), t.y. slėgio ir tūrio sandauga. Kategorijos nusako koks atitikimo įvertinimas gali būti parinktas.

Atitikimo įvertinimo būdas: (žiūrėti DGRL III priedą)

[vairūs atitikimo įvertinimo būdai suskirstyti į modulius A, A1, ..., H1. Priklausomai nuo pasirinkto modulio numatomas bendradarbiavimas su atestuota priežiūros organizacija.

Modulių kategorijos: (žiūrėti DGRL III priedą)

Nuo modulio kategorijos priklausys kokios Direktyvos reikalavimus turi atitikti gaminys. Kokius reikalavimus turi atitikti gamintojas ir kokius uždavinius jam išskels kontroliuojanti atestuojanti organizacija.

Eksploatacijos vadovas:

Gamintojas pagal DGRL 1-mą priedą, 3.4 skyrių privalo prie gaminio pridėti Eksploatacijos Vadovą, kuriame turi būti visa informacija saugiam eksploatavimui užtikrinti.

Svarbiausieji punktai:

Montavimas, įrangos pajungimas, pirmasis išbandymas, panaudojimas, eksploatacija ir aptarnavimas, inspekcijų apimtis ir intervalai.

Sertifikuotos organizacijos / pripažintos nepriklausomos organizacijos:

Neutralios kompetentingos organizacijos įgijusios teisę prižiūrėti, kontroliuoti slėginių indų eksploataciją.

Įmonės bandymo laboratorijos:

Stambių įmonių priežiūros padaliniais leidžiama bandyti tik pagal modulius A1, C1, F+G. Tie gaminiai po bandymų CE ženklo nežymi.

9. Literatūra

1. AD 2000 Regelwerk - Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter Herausgeber: Verband der Technischen Überwachungsvereine e.V. Essen Bezugsquelle Carl Heymanns Verlag
2. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. Bezugsquelle Beuth Verlag Berlin,
3. Veröffentlichungen im Internet unter: http://europa.eu.int/index_de.htm <http://ped.eurodyn.com/de/index.html>

III.3.09	Slėginių indų projektavimas II	IWE
----------	--------------------------------	-----

Turinys

1. Slėginių indų parametrų skaičiuotė pagal AD 2000 - Merkblatt	1
2. Slėginių indų parinktų komponentų skaičiavimas	3
3. Vidinio slėgio poveikio pavyzdys pagal AD 2000 B eilę	7
4. Cilindro apkrovimo suprastinta skaičiuotė pagal AD 2000 S eilę	9
5. Pavyzdys AD 2000 S1	10
6. Bendras saugumo patikrinimas pagal AD 2000 S3	11
7. Literatūra	

III.3.09	Slėginių indų projektavimas II	IWE
----------	--------------------------------	-----

1. Slėginių indų parametrų skaičiuotė pagal AD 2000 - Merkblatt

Instrukcija AD 2000 Merkblätter numato bendrus slėginių indų, įrangos, vamzdinių, saugumo įrangos skaičiavimo principus.

1.1 AD 2000 struktūra

AD 2000 taisyklės susideda iš 7 skyrių (eilių).

Eilė A	=	Įranga, montavimas ir žymėjimas
Eilė B	=	Skaičiuotės
Eilė G	=	Pagrindiniai principai ir teiginiai
Eilė HP	=	Gamyba ir bandymai
Eilė N	=	Nemetalinės medžiagos
Eilė S	=	Ypatingi atvejai
Eilė W	=	Metalinės medžiagos

Šiuo metu ruošiamas naujas skyrius (Eilė Z).

1.2 Bendros sąvokos

- AD 2000 Merkblätter Instrukcija (eilė B + S) pateikia formules cilindro, iškilių dugnų, kūgių skaičiavimui.
- Skaičiuojama, laikant kad apkrova yra statinė (eilė B ir S3), esant ciklinei apkrovai (ciklų skaičius > 1000) reikia remtis Eilėmis S1 ir S2.
- Parenkant medžiagą, reikia remtis Eile AD-W, gamybai – Eile AD-HP.
- Už instrukcijos galiojimo ribų, arba esant indo ypatingos konfigūracijos geometrijai galima remtis alternatyviais skaičiavimo metodais/gamybine patirtimi.
- Galima pasiūlyti sekančius dokumentus:
 - Nacionaliniai standartai CODAP, STOOMWEZEN, BRITISH STANDARD;
 - Harmonizuotos Europos normos, kaip DIN EN 13445, DIN EN 13480;
 - ASME Div. VIII 1+2 (amerikiečių taisyklės);
 - Baigtinių elementų metodas (BEM) norint įvertinti temperatūrinius įtempius arba optimizuoti sienelių storį;
 - TEMA – vamzdžių matmenų parinkimas (Amerikos skaičiavimo schema)
 - Konstrukcinių elementų tenzometrija, bandymai iki suardymo;

1.3 Skaičiavimai pagal AD 2000 ir ypatingi skaičiavimo atvejai

AD B0	=	Slėgio indų skaičiavimai
AD B1	=	Cilindriniai ir sferiniai kevalai veikiami vidinio slėgimo
AD B2	=	Kūginiai paviršiai veikiant vidiniam ir išoriniam slėgimams
AD B3	=	Iškilių dugnai veikiami vidinio ir išorinio slėgimo
AD B4	=	Plokšti (lėkštiniai) dugnai
AD B5	=	Plokšti dugnai ir plokštės su fiksavimo (ankeriniais) varžtais
AD B6	=	Cilindriniai kevalai veikiami išorinio slėgimo
AD B7	=	Varžtai
AD B8	=	Flanšai
AD B9	=	Išpjovos cilindruose, sferose ir kūgiuose
AD B10	=	Storaisieniai cilindriniai apvaskalai, veikiami vidinio slėgimo
AD B13	=	Vienos sienelės silfoniniai kompensatoriai
AD S1	=	Suprastinti skaičiavimai ciklinei apkrovai
AD S2	=	Bendra skaičiuotė kintamai apkrovai
AD S3	=	Slėgio indų saugumo skaičiavimai
AD S4	=	Įtempių įvertinimas

1.4 Skaičiuojamieji parametrai

Vidinis ir išorinis slėgimai:

Min/max leistinas vidinis slėgimas, įskaitant statinį vidinį slėgimą. Kai $p_{stat} > 5\% p_{B,dr.}$ žiūrint pagal aplinkybes, reikia naujai perskaičiuoti, kai veikia pavyzdžiui vėjo slėgimas. Skaičiuojant parametrus pagal AD S3/6 ir esant išpjovoms reikia 10% padidinti vidinį slėgimą

Darbinė temperatūra ir aplinkos temperatūra:

Didžiausi galima sienelių temperatūra. Į aplinkos temperatūra reikia ypatingai atkreipti dėmesį: TS < -10 °C, pagal AD W10 atitinka apkrovimo atvejus I, II arba III skaičiuojamiems slėgimams arba įvertinti pataisos koeficientais pagal AD W10 2- ra lentelę.

Naudojant žematemperatūrinius plienus arba austenitinius plienus, reikia patikrinti.

TS > 300 °C, reikia sekti, kad medžiagos panaudojimo temperatūrinės ribos nebūtų peržengtos. Pavyzdžiui, neleistini 5.6, kokybės varžtai iš S235JRG, (RST37-2), S355J2G3, (St52-3). Esant būtinybei reikia nustatyti valkšnumo ribą (ilgalaikį stiprį) prie temperatūros apytikriai nuo 380 °C.

Korozija ir erozija:

c1 = ne įvertintas sienelių storis gaminant (pusfabrikatis).

Neritiniams plienams tai atitinka gamybos nuokrypai, austenitiniams plienams c1 = 0 mm.

c2 = priedas nusidėvėjimui,

Neritiniam plienui, kaip taisyklė 1 mm (išskyrus > 30 mm), austenitiniam plienui, kaip taisyklė 0 mm.

Atskirais atvejais reikia spręsti ar priedai atitinka gamybos reikalavimus.

Įtakojantys faktoriai: paviršiaus apsauga, terpės savybės, mechaninis dilimas ir t.t.

Papildomos apkrovos:

Netto svoris pagal eksploatacines ir bandymo sąlygas, apkrovos transportuojant, vėjas ir žemės drebėjimai, reakcijos/ momentai nuo užkabintų papildomų elementų (įtvirtinimų, vamzdynų) ir kt.

Stiprio rodiklis K:

Feritinams = $R_{p0.2}$, austenitiniams = $R_{p1.0}$.

Stiprio rodiklius reikia imti pagal AD instrukciją medžiagoms, jeigu jų nėra instrukcijose VDTūV, standartuose DIN, specialiai nurodytuose šaltiniuose.

Aukštoje temperatūroje reikia įvertinti ilgalaikį stiprį, prie žemos temperatūros (< -10 °C) papildomai atsižvelgti į AD-W10. Reikia įvertinti suvirinimo medžiagų stiprį.

Saugos koeficientas S:

Medžiagos stiprį įvertina su atsarga: esant vidiniam slėgimui S = 1.5, esant išoriniam slėgiui S = 1.8, leidžiant plastiškai deformuotis S = 1.6 ir t.t.

Leistini įtempiai σ_{zul} :

Leistinieji įtempiai gaunami stiprį prie skaičiuojamos temperatūros padalinus iš atsargos koeficiento => K/S

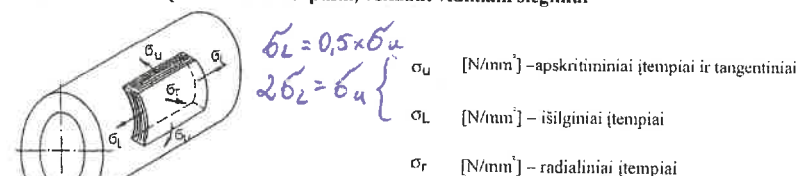
Suvirinto sujungimo koeficientas:

Sujungimo leistini įtempiai paprastai imami v = (70 %), 85 %, 100 %. Kiek sumažinti leistinus įtempius priklauso nuo siūlių patikros apimtys, medžiagos tipo, sienelių storio, terminio apdorojimo ir t.t.

Jeigu galimos įvairios apkrovos nevienu laiku, reikia skaičiuoti su tikimybe, kad jos veikia vienu metu. Skaičiuojant parametrus, reikia įvertinti visas galimas temperatūras ir visas galimas slėgio kombinacijas

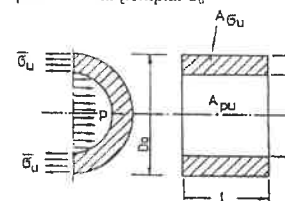
2. Slėgio indų komponentų skaičiuotė

2.1 Vamzdžiai arba indų cilindriniai korpusai, veikiant vidiniam slėgimui



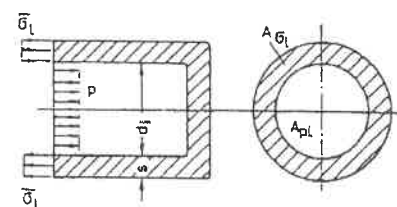
1 pav. Vamzdiniai korpusai

Apskritiminiai įtempiai σ_u



2 pav. Apskritiminiai įtempiai

Išilginiai įtempiai σ_L



3 pav. Išilginiai įtempiai

Jėgų pusiausvyros lygtys:

$$A_{pu} \cdot p = A_{su} \cdot \sigma_u$$

$$\sigma_u = \frac{A_{pu} \cdot p}{A_{su}}$$

mit:

$$\sigma_u = \frac{d_1 \cdot p}{2 \cdot s}$$

$$A_{pu} = L \cdot d_1$$

$$A_{su} = 2 \cdot L \cdot s$$

Jėgų pusiausvyros lygtys:

$$A_{pL} \cdot p = A_{sL} \cdot \sigma_L$$

$$\sigma_L = \frac{A_{pL} \cdot p}{A_{sL}}$$

$$A_{pL} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

$$A_{sL} = \pi \cdot d_1 \cdot s$$

$$\sigma_L = \frac{d_1 \cdot p}{4 \cdot s}$$

=>

Įtempių formulės rodo, kad įtempiai tangentinės kryptimi yra du kartus didesni už išilginius įtempius cilindre, todėl cilindrai ir vamzdžiai suyra išilgai ašies.

Radialiniai įtempiai σ_r

Vidiniai įtempiai sudaro tokio pat dydžio (koks yra slėgimas) gniuždymo įtempius, kurie sumažėja iki nulio išoriniam paviršiuje. Vidutiniai įtempiai imami kaip pusė slėgio -p. ($\sigma_r = -p/2$) dydžiai labai maži lyginant su kitais dviem įtempiais.

$$2\sigma_L = \sigma_u \gg \sigma_r$$

$$\sigma_r \approx -p/2$$

III.3.09	Slėginių indų projektavimas II	IWE
----------	--------------------------------	-----

Skaičiavimas pagrindiniai daliai

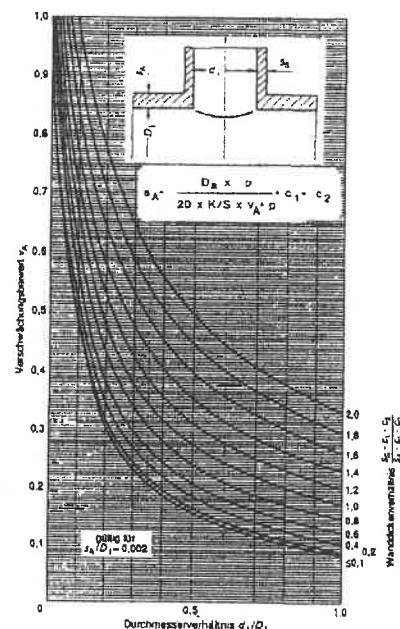
$$\frac{p}{10} \left(\frac{A_p}{A_s} + \frac{1}{2} \right) \leq \frac{K}{S}$$

Kartu dirbantys atstumai

$$b = \sqrt{(D_i + s_A - c_1 - c_2) \cdot (s_A - c_1 - c_2)}$$

$$l_s = 125 \cdot \sqrt{(d_i + s_B - c_1 - c_2) \cdot (s_B - c_1 - c_2)}$$

$$r_s \leq 0,5 l_s$$



8 pav. Susilpninimo koeficientai v_A

3. Vidinio slėgio indo pavyzdys pagal AD 2000 eilė B

Slėgio indas DN 1000, $V = 1.6 \text{ m}^3$, universalus

Skaičiavimo specifikacija:

Maks. leist. slėgimas [PS]:	6	bar
Statinis slėgis:	0,38	bar
Skaičiuojamasis slėgis:	6 / 6,38	bar
Max. leistina temp. [TS]:	200	°C
Min. leistina temp. [TS]:	20	°C
Medžiagos:	P265GH, P250GH C22.8), St35.5,	
Suvirintų siūlių koeficientas:	korpusas = 85 %, šluoceria+ dugnas 100 %	
Prijungimo flanšai:	DIN2633,(PN16)	
Sandarinimai:	Lakšt-grafit. su	
	k0xkD = 1,3 bD	
	k1 = 20 bD	
Sandariklio forma:	forma C (sandinimo pav. lygus)	
Tūris:	1600	dm
Terpės tankis:	1800	kg/m
Vėjo apkrova:	Taip, montavimo aukštis + 5 m	
	(slėgis 0 - 8 m = 0,5 kH/m² pagal DIN 4133)	
Montavimas:	4 vnt. griebtai pagal DIN 28083 - NG1	
Izoliacija:	80	mm
Tuščio svoris:	450	kg
Bendras svoris:	3.350	kg

III.3.09	Slėginių indų projektavimas II	IWE
----------	--------------------------------	-----

Klasifikacija pagal DGRL 97/23/EG:				
Konstrukcija:	Terpės grupė:	Agregatinis būvis:	Diagramos kategorija I:	Modulis:
Slėginis indas	I grupė	Dujos	IV	G

Hidrostatinis slėgimas

$$P_{stat.} = h \times \delta \times 0,1 = 2,1 \times 1,8 \times 10 = 0,378 \text{ bar}$$

$$\text{Leistinas } P_{stat.} \text{ zul.} = 0,05 \times p_{Bdr.} = 0,05 \times 6 \text{ bar} = 0,3 \text{ bar} \Rightarrow P_{stat.} \text{ reikia įvertinti}$$

Sandariklių charakteristikos:

Festlegung der Dichtungsbeiwerte am Beispiel Flansch DN 200 nach DIN 2633 (PN16) Dichtflächenform C (glatte Dichtfläche):

Tarpinės matmenys: $\square 273 \times \square 220 \times 2$, dM = 246,5, bD = 26,5

Dichtungsbeiwert für Einbauzustand k0 x kD = 1,3 x bD = 1,3 x 26,5 = 34,45 N/mm,

Dichtungsbeiwert für Betriebszustand K1 = 20 x bD = 20 x 26,5 = 530 mm

Konstruktinis pavyzdys:

Fl. Vergl. = plotų suliginimas, žiūrėk AD-B9 – išpjovos cilindre, kūgyje ir sferoje

DIN 28086 = nešančių kabų skaičiuotė, sustiprinimo lakšta, kampų siūlės ir indo sienelių storis

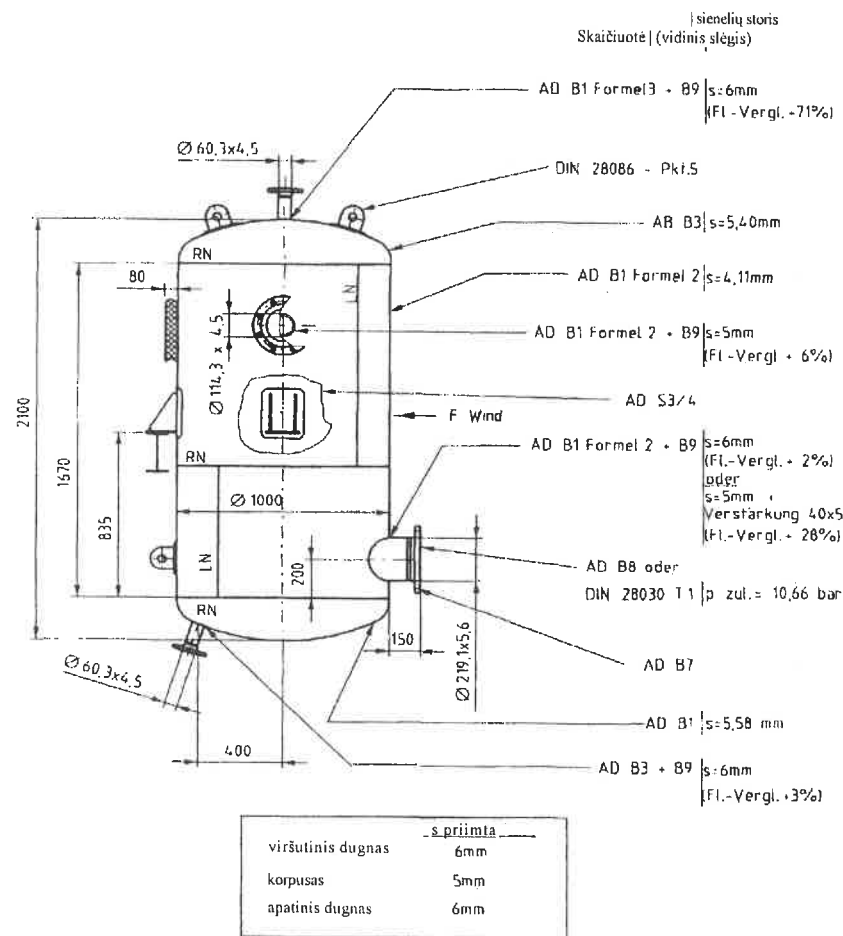
AD S3/4 = sustiprinančio lakšto skaičiuotė, sienelė, atramų lakštai ir indo sienelių storis

DIN 28030 = suvirintų flanų skaičiavimas pagal nominalų slėgimą, ne pagal sąlyginį diametrą

Papildomai prie vidinio slėgimo reikia įvertinti:

- Pakėlimo kabų skaičiuotė DIN 28086 transportavimui/tuščio pakėlimui montuojant.

Atramų skaičiuotė DIN 28083 darbiniam būviui/bandomajam slėgimui su visu svoriu.



Konstrukcinis pavyzdys

4. Suprastintas skaičiavimas, veikiant kintamai apkrovai pagal AD 2000 Eilė S

AD S1 + S2 = Suprastintas skaičiavimas, veikiant kintamai apkrovai.

- AD S1: Suprastintas skaičiavimas ilgaamžiškumui.
- AD S2: Įprastas skaičiavimas ilgaamžiškumui.

4.1 Veikimo sritis

Kai ciklų skaičius > 1000 pagal AD 2000 išaiškinimą reikia skaičiuoti ilgaamžiškumui/tarnavimo laiko pratesimo sąlygas.

Operuojama stiprumo charakteristikomis, būt tai nepriklausomomi nuo tarnavimo laik.

Kintantį apkrovimą pagal ADS1/S2 sukelia kintamas slėgimas.

[vertinant indų eksploatacijos praktiką tarnavimo laikas (jeigu nenurodytas) skaičiuojamas 20 metų po 365 dienas metuose. Suirimo kriterijumi bus techninis įtrūkimas kokiam nors konstrukcijos elemente.

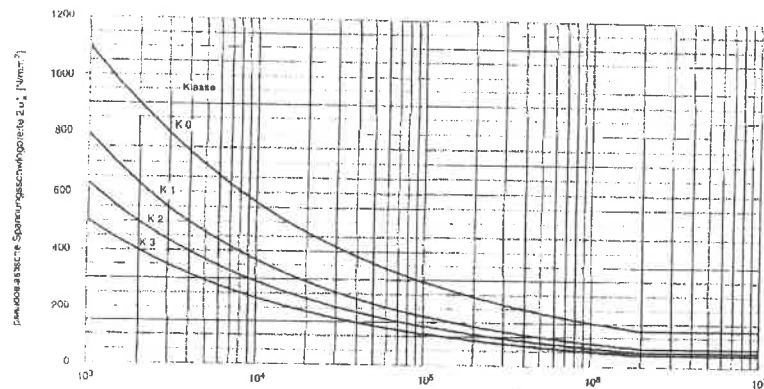
4.2 Įforminimo principai

- Pagal galimybes reikia konstruoti be įtempių koncentratorių t.y. vengti griovelių, aštrių perėjimų išplovų it t.t.
- Konstrukcijos elementai turi būti aukštos kokybės, ypač suvirinimo siūlės.
- Reikia efektyviai išnaudoti medžiagos stiprį, lenkimus elementus keisti tempiamais gniuždomais
- Skaičiuojamoji temperatūra turi būti eksploatacijos temperatūra
- Visos konstrukcijos tarnavimo laiką nulemia silpniausios grandies tarnavimo laikas
- Suvirinimo siūlės negali būti išdėstomos tose vietose kur keičia savo formą
- Flangai su nuosekliu perėjimu turi pirmenybę prieš plokščius privirinamus flangus
- Jeigu galima, vengti sustiprinimo poveržlių, ant vamzdžių antgalių ir štucerių

$$2\sigma_a = \frac{\eta}{F_d \cdot f_T} \cdot \frac{(\hat{p} - \check{p})}{p_r} \cdot \frac{K_{20}}{S}$$

4 formulė pagal AD 2000 - S1 = ciklinių įtempių amplitudės plotis

- η = Įtempių koeficientas
 F_d = Korekcijos koeficientas, kai storis > 25 mm
 f_T = Temperatūros įtakos koeficientas $T > 100^\circ\text{C}$
 $(\hat{p} - \check{p})$ = Slėgio kitimo amplitudė
 p_r = Slėgimas pagal AD-B dėl K_{20}/S
 K_{20} = Stiprio koeficientas prie $T = 20^\circ\text{C}$
 S = Atsargos koeficientas pagal AD-B0



9 pav. Leistinas ciklų skaičius

5. Pavyzdys pagal AD 2000 S1

Skaiciavimo sritis – torosferinio dugno ir cilindrinio korpuso sujungimo vietos skaičiuotė, virinti galima tik iš vienos pusės.

Duomenys skaičiavimui:

Max leistinas slėgimas prie 20 °C (stiprio charakteristika) ir darbinis stovis S	= 9.8 bar
Slėgio kitimo amplitudė	= 6 bar
Max temperatūra apkrovimo metu	= 200 °C
Min temperatūra apkrovimo cikle	= 20 °C
Medžiaga: P 265 GH (H II). Stiprio charakteristika	= 265 N/mm² prie 20 °C
Takio riba $R_{m0.2}$ atsargos koeficientas	= 1.5
Medžiagos grupė	= feritas
Geometriniai duomenys ir ribinės sąlygos:	
Indo sienelių storis	= 6 mm
Įtempių koeficientas (r) nuo 1,5 - 5).....	= 3
Suvirinimo siūlės klasė (K0, K1, K2, K3)	= K 2

Tarpiniai rezultatai:

Efektyvinė įtempių psiaudo amplitudė	= 334.3 N/mm²
Skaiciuotina temperatūra	= 155.00 °C
Temperatūros įtakos koeficientas f_T	= 0.97
Korekcijos koeficientas, įvertinat sienelių storį F_d	= 1.00
Leistini įtempiai K_3/S	= 176.7 N/mm²

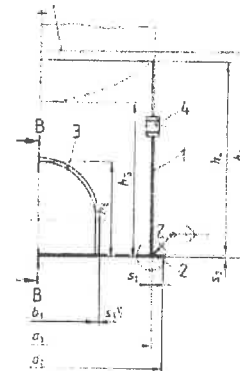
Rezultatas:

Leistinas įtempių ciklų skaičius $N_{zul} = 6694$, t.y. pirmą indo apžiūrą reikia atlikti po $6694/2 = 3347$ apkrovimo ciklų.

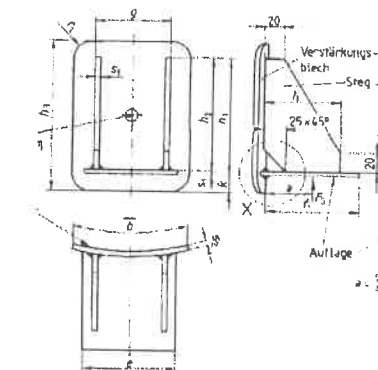
6. Stabilumo skaičiavimas pagal AD 2000 S3

Instrukcijose AD 2000 Merkblatt, Eilė S, pradedant nuo 3.0 skyriaus, pavaizduoti įvairūs indo atremimo būdai. Skaiciuojant pagal AD 2000 S3 galima apskaičiuoti ne tik pačią konstrukciją, bet ir indų palaikymo-tvirtinimo atramas.

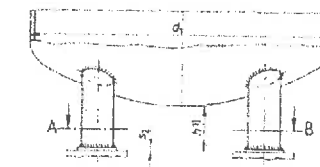
Atramas gali veikti: savasis svoris, slėgis, temperatūra, transporto ir vėjo apkrovos, sniego ir t.t. Žemiau pateiktos dažniausiai pasitaikančių atramų pavyzdžiai pav. 10-13.



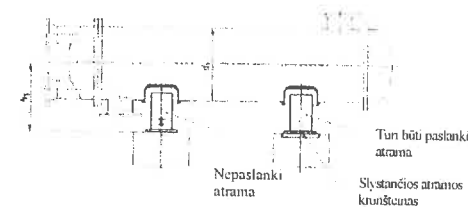
10 pav. AD2000 S3/1. Indas ant atramų žiedo (DIN 28082, 1+2 dalys)



11 pav. AD 2000 S3/4. Indas ant letenų (DIN 28083)



12 pav. AD 2000 S3/3. Indas ant kojų (DIN 28081)



13 pav. AD 2000 S3/3. Ilgas indas ant kojų (DIN 28081)

7. Literatūra

1. AD 2000 Regelwerk - Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter Herausgeber: Verband der Technischen Überwachungsvereine e.V. Essen Bezugsquelle Carl Heymanns Verlag
2. DIN - Deutsches Institut für Normung e.V. Bezugsquelle Beuth Verlag Berlin.
3. Veröffentlichungen im Internet unter http://europa.eu.int/index_de.htm, <http://ped.eurodyn.com/de/index.html>

Turinys

1. Vamzdynų klasifikacija pagal DGRL (atitikimo įvertinimas)	1
2. Vamzdynų skaičiuotė	2
3. Atstumo tarp atramų nustatymas	5
4. Tamprumo kontrolė	6
5. Suvirintų vamzdynų konstrukcijų pavyzdžiai / išsišakojimai	7
6. Literatūra	10

1. Vamzdynų klasifikacija pagal DGRL (atitikimo įvertinimas)

1.1 Klasifikacija

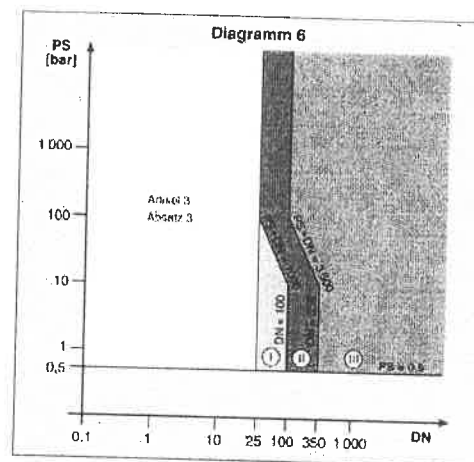
Priklausomai nuo:

- Terpės grupės 1 arba 2
- Terpės agregatinis stovis (Dujos, Garas, Skystis)
- Nominalaus diametro ir slėgio

(žiūrėti skyrių 3.10-13 čias poskynis) vamzdynai klasifikuojami į kategorijas I, II, III atitinkamose diagramose 6-9 pagal DGRL Priedą II

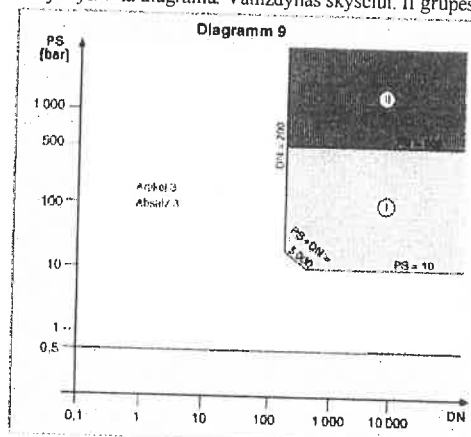
Kategorija nustatoma pagal atitikimo įvertinimą, kurį atlieka vamzdyno gamintojas.

Pavyzdys: Diagrama 6. Dujų vamzdynas, suskystintos dujos, garai. Terpės grupė I



1 pav. Diagrama 6

Pavyzdys: 9-ta diagrama. Vamzdynas skysčiui. II grupės terpė



2 pav. Diagrama 9

2. Vamzdynų skaičiavimas

DGRL normose nėra formulių/lygčių vamzdynų skaičiavimui. Priede I rasite tik kokybinius nurodymus. Skaičiavimus galima atlikti pagal naują harmonizuotą normą:

- Serija DIN EN 13480 „Metaliniai pramoninei vamzdynai“ arba
- AD 2000-Merkblatt HP 100 R (ne harmonizuota norma).

Svarbu, kad skaičiuotė būtų atlikta pagal vieną standartą/normą ir neturėtų būti maišomi skirtingi skyriai iš skirtingų taisyklių.

2.1 Faktoriai, įtakojantys skaičiuotę

Skaičiavimas atliekamas:

- Normalios eksploatacinės apkrovos
- Bendros apkrovos
- Apkrovos valant
- Apkrovos praplaunant / prapučiant garu
- Bandymų sąlygos

Tokiu būdu, įvertinamos visos sekančios jėgos:

- Statinės (vidinis slėgimas, hidrostatinis slėgimas)
- dinaminės (smūginės apkrovos, pavyzdžiui, garo/vandens smūgiai)
- Kinetinės (išorinės, reakcijos, apkrovos nuo sniego ir vėjo, temperatūrinės deformacijos)

Klojant vamzdyną po žeme, papildomai reikėtų įvertinti:

- Apkrovą nuo žemės sluoksnio
- Kliūtys deformacijai
- Žemės paviršiaus nuolydžius
- Žemės drebėjimų pasekmes

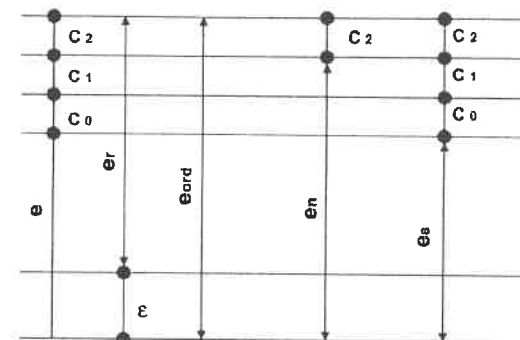
2.2 Vamzdžių/išlenkimų, fasoninių dalių skaičiuotė vidiniam slėgimui

Veikiant vidiniam slėgimui pagal AD 2000 HP 100R su nuorodomis į:

- DIN 2413-1 tiesiems vamzdžiams
- DIN 2413-2 lenktiems vamzdžiams
- AD 2000 B 9 T-dalys
- AD 2000 B 2 sutrumpinimai
- AD 2000 B 7/8 flanšai ir varžtai
- AD 2000 B 13 kompensatoriai

DIN EN 13480 (harmonizuota pagal DGRL normas) 3 dalyje rasite viską kas reikalinga vamzdžių skaičiavimui. Kai kur grįžtama prie patikimų lygčių iš standarto DIN 2413, bet įtrauktos ir naujausios analitinio skaičiavimo formulės.

Eksplotacijai skirtų vamzdžių sienelių storis susideda iš:



- C0 Priedas korozijai/erozijai padengti.
- C1 Absoliutinė minusinė storio tolerancija (pagal atitinkamas normas arba užduota gamintojo).
- C2 Priedas dėl galimo storio sumažėjimo gamybos proceso metu (pavyzdžiui lenkiant, apspaudžiant, įsriegiant strigę, nutiekiant ir t.t.).
- e Lygtimis apskaičiuota minimaliai reikalingas sienelių storis (be priedų) duotam slėgimui atlaikyti
- e_a Parinktas sienelių storis stiprių bandymams;
- e_n Nominalus sienelių storis (braižiniuose);
- e_ord priimtas sienelių storis, kada paprastai (C2 lygus 0, pavyzdžiui tiesiuose vamzdžiuose);
- e_r Minimaliai reikalingas sienelių storis, įskaitant priedus ir nuokrypas.
- e Storio priedas prie minimaliai reikalingo storio e_ord.

3 pav. Iš DIN EN 13480 „Pramoniniai metaliniai vamzdžiai“

Vamzdžių korozija gali vykti viduje, išorėje, tiek iš abiejų pusių:

Priedas korozijai kompensuoti c_0 (jeigu korozijos negali būti, tai priedas „0“) kiekvienu atveju nusako užsakovas arba nurodomas sutarus abiem pusėm.

Minusinę nuokrypą slėgio vamzdžių storiui galima užduoti tik remiantis atitinkamomis normomis vamzdžių medžiagai.

1 lentelė. Pavyzdys: DIN EN 10216-1. Besiūliai plieniniai slėgio vamzdžiai

Išorinis diametras D mm	RIBINĖS NUOKRYPOS D	RIBINĖS NUOKRYPOS T esant santykiui T/D			
		$\leq 0,025$	$> 0,025$ bls 0,050	$> 0,050$ bls 0,10	$> 0,10$
$D \leq 219,1$	$\pm 1 \%$ Arba	$\pm 12,5 \%$ Arba $\pm 0,4 \text{ mm}$, Vertinama didžiausioji reikšmė			
$D < 219,1$	$\pm 0,5 \text{ mm}$, vertinama didžiausioji reikšmė	$\pm 20 \%$	$\pm 15 \%$	$\pm 12,5 \%$	$\pm 10 \%$

* Išoriniam diametrai $D \leq 355,6 \text{ mm}$ leidžiama viršyti ribinę viršutinę nuokrypos dydį lokaliai ne daugiau kaip 5 % sienelių storio T .

Reikalingas minimalus sienelių storis tiesioje vamzdyno dalyje apskaičiuojamas pagal sekančias formules:

- jeigu $D_0/D_1 \leq 1,7$:

$$e = \frac{pc \cdot D_0}{2 \cdot fz + pc}$$

Arba

$$e = \frac{pc \cdot D_i}{2 \cdot fz - pc}$$

-jeigu $D_0/D_1 > 1,7$:

$$e = \frac{D_0}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{fz - pc}{fz + pc}} \right)$$

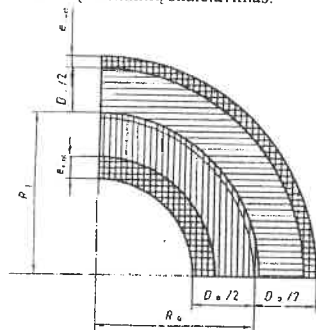
Arba

$$e = \frac{D_i}{2} \left(\sqrt{\frac{fz + pc}{fz - pc}} - 1 \right)$$

- e = Reikalingas minimalus sienelių storis
- pc = Skaičiuojamasis nusistovėjęs slėgis prie numatomos temperatūros
- D_{0i} = Diametras (vidinis/išorinis)
- fz = Leistini įtempiai

Pastaba: Lygtys gautos iš Liamė lygčių

Vamzdžių išlenkimų skaičiavimas:



4 pav. Lenkimo sutartiniai matmenys

Reikalingas sienelių storis vidinėje išlenkimo pusėje

$$e_{int} = e \frac{(R/D_0) - 0,25}{(R/D_0) - 0,5}$$

Išorinėje išlenkimo pusėje

$$e_{ext} = e \frac{(R/D_0) + 0,25}{(R/D_0) + 0,5}$$

čia e – dydis tiesiam vamzdžiui

3. Tarpatraminio atstumo nustatymas

Vamzdyno saugiam funkcionavimui visame eksploatacijos laikotarpyje lemiamą reikšmę turi tarpatraminio atstumo nustatymas, klojant vamzdžius.

Svarbiausiu kriterijumi yra „lankio ribojimas“, kad ištuštinus vamzdį jame neliktų vietų su „balomis“, kad įtempiai nuo savo svorio, terpės svorio susisumavę su slėgio įtempiais nesuardytų vamzdžio.

Dėl likusių „balų“ vamzdyje gali susidaryti žymūs hidrauliniai smūgiai paleidimo metu. Tai gali trukdyti terpės keitimui vamzdyne, vamzdžių vidaus valymui. Be to, likusios „balos“ ištuštinus vamzdynus gali iššaukti intensyvią koroziją tose vietose.

Skaičiuojant tarpatraminius atstumus reikia įvertinti sekančius faktorius:

- Montavimo galimybes
- Eksploatacinius reikalavimus

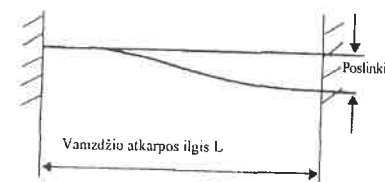
Bandymų rezultatų apžūrą (paleidžiamuosius bandymus ir eilinius norminius bandymus)

4. Tamprumo kontrolė

Vamzdynų sistema turi turėti pakankamas galimybes tampriai deformuotis, pavyzdžiui, nuo temperatūros pokyčio. Vamzdžio atkarpa turi turėti galimybes laisvai išlinkti arba susisukti. Tai pasiekama klojant vamzdyną pagal vamzdžių klojimo taisykles

Nomogramos išbraižymas

Abiejose galuose be kreivumo įtvirtintas vamzdis.



$$L = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot d_a \cdot f \cdot S}{10^6 \cdot K \cdot v}}$$

L = Vamzdžio atkarpos ilgis
 E = Tamprumo modulis
 d_a = Išorinis vamzdžio diametras
 f = Priimta deformacija
 S = Saugumo koeficientas
 K = Stiprio charakteristika
 v = Suvirinimo siūlės koeficientas

Pavyzdys: Vamzdžio deformacija į abi puses

medžiaga	P235GH (St 35.8)
d_a	168,3 mm
Δt	200 °C
L	12,3 m
f_1	30 mm aus L_2
E 200 °C	191000 N/mm ²
K 200 °C	185 N/mm ²
S	1,5
v	0,85
$(E \cdot S) \cdot i_x / (K \cdot v)$	1822
α	$12,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
i_x	1,0

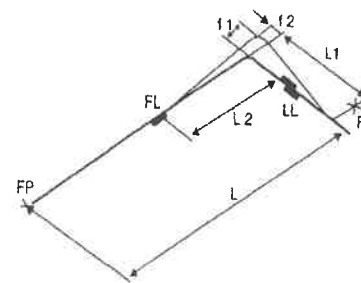
reikalingas vamzdžio ilgis L_1 dėl f_1

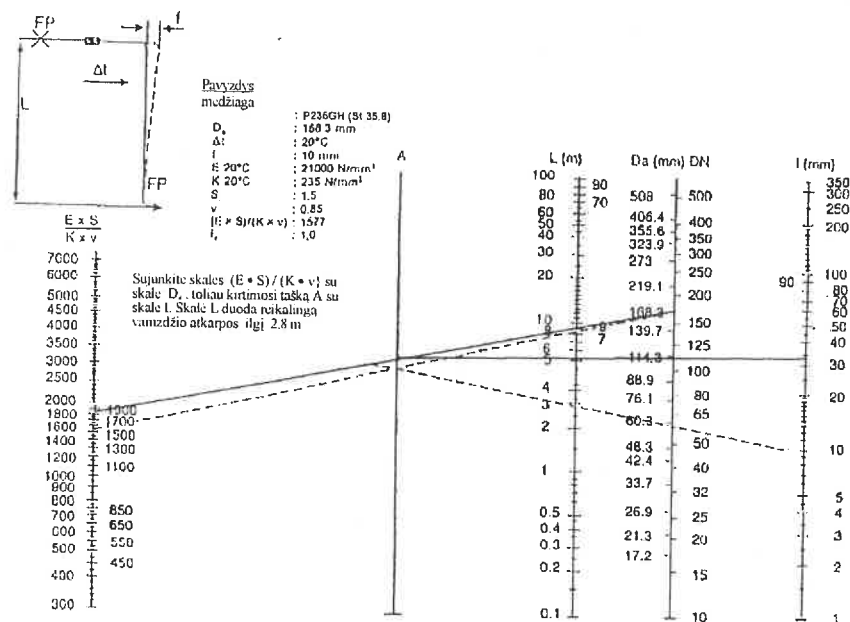
sujungkite skalę $(E \cdot S) \cdot i_x / (K \cdot v)$ su skale d_a , paskui kirtimosi tašką skaleje A su skale f . Skalė L duoda reikalingą vamzdžio ilgį $L_1 = 5,3 \text{ m}$

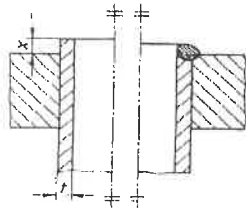
Reikalingas vamzdžio atkarpos ilgis L_2 dėl f_2

Deformacija $f_2 = 13 \text{ mm}$ iš L_1

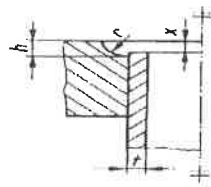
Sujungkite susikirtimo tašką skalės A su skale f , skalė duoda reikalingą atkarpos vamzdžio ilgį $L_2 = 3,5 \text{ m}$



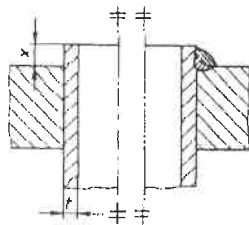




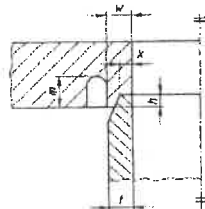
17 pav. Vamzdžio privirinimas plokščia galine siūle



18 pav. Vamzdžio privirinimas plokščia galine siūle su zenkuote



19 pav. Vamzdžio privirinimas kampine siūle



20 pav. Vamzdžio privirinimas su tarpeliu

6. Literatūra

1. AD-2000 - Merkblätter der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter (AD)
Herausgeber: Verband der Technischen Überwachungs-Vereine e.V., Essen. Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag, Köln
2. Richtlinie 97/23/EG Druckgeräte, 29 Mai, 1997
3. Veröffentlichungen der Europäischen Kommission bezüglich DGRL auch im Internet unter <http://ped.eurodyn.com/>