

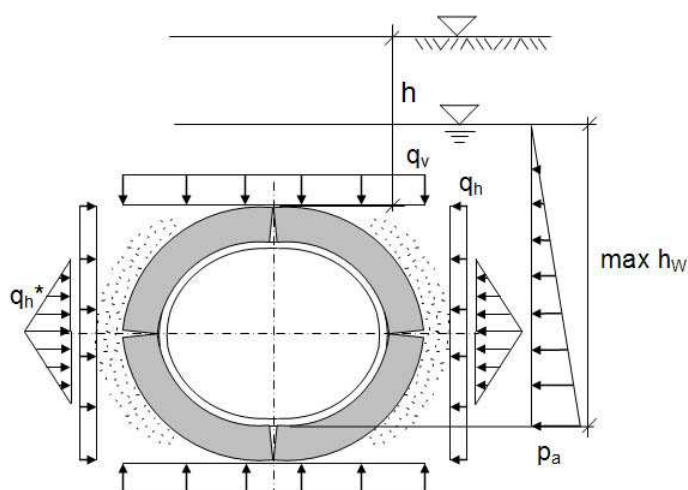
Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Beispiel
Sektor: 1
Data: 31.03.2020

Stara rura, material: Zeliwo
przekrój kołowy, średnica nominalna DN 150
Stan starej rury III

Material rekawa: Synteza włókno laminat - Grubość ścianki: $t_L = 3,1$ mm

System (schemat ideowy) i obciążenie:



Warunkiem poprawności analizy statycznej jest dokładna analiza stanu starej rury oraz zgodność wprowadzonych danych z listą kontrolną według DWA-A 143-2, Aneks G. Ponadto, właściwości materialu i grubości ścianek uzyskane po utwardzeniu rekawa muszą zostać sprawdzone.

Warszawa, 31.03.2020

Obliczenia statyczne rekawów według instr. roboczej DWA-A 143-2:2015

*** Dane wprowadzane

* Stara rura - Kolo, Material rury: Zeliwo

Srednica nominalna	DN		150	mm
Srednica wewnetrzna	di	=	150,00	mm
Grubosc scianki	t	=	10,0	mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35	
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	10000	N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	βR/βbZ	=	200,0/200,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ		III	

* Rekaw - Kolo

Material: Synteza wloknio laminat				
Promien (zewnetrzny)	raL	=	75,0	mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	3,10	mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1300	N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1300	N/mm2
Współczynnik Poissona	μ	=	0,35	
Długookresowa wytrzymałosc na rozciąganie przy zginaniu, wartosc charakterystyczna	σbz,k	=	18,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	σbz,d	=	13,3	N/mm2
Długookresowa wytrzymałosc na sciskanie, wartosc charakterystyczna	σD,k	=	25,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	σD,d	=	18,5	N/mm2
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, niekorzystny	γM	=	1,35	
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	γM	=	1,00	

* Warunki montazu, gruntu

Odkształcenie starej rury jako pierscienia czteroprzegubowego (owalizacja)	ωGR,v	=	3,00	%
Modul odkształcenia gruntu	E2	=	8,00	N/mm2
Współczynnik parcia gruntu	K2	=	0,20	

* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW		30	
Wysokosc przykrycia nad wierzchołkiem rury	h	=	1,50	m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzchołkowego	λR	=	0,75	
Ciezar właściwy starej rury	γR	=	70,50	kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	0,00	m
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa dla staly/zmienny obciazenie	γF,G / γF,Q	=	1,35 / 1,50	

* Wartosci wprowadzane obliczone

Rekaw, promien sredni	rL	=	73,5	mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	8,14E-03	N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	23,7	
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	2,2	mm
pozioma sztywnosc podloza	SBh	=	6,4	N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	22,0	kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	5,5	kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	63,4	kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	14,7	kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	0,0	mm
Geometria starej rury	B/H	=	154/145	mm

*** Wyniki pośrednie

Uwaga:

Die Bettungssteifigkeit des Liners im Altrohr wurde zur Iterationsverbesserung verringert:

VRB' = 1,00E-02 (statt: 1,00E-06)

Damit sind u.U. geringere Linerbelastungen möglich.

* Iteracja

(Wartosc obliczeniowa według $\gamma_F = 1,50$)
 maks. odkształcenie [cm]:

it	6	0,1264	it	10	0,1282
it	7	0,1272	it	11	0,1283
it	8	0,1278	it	12	0,1284
it	9	0,1280	it	13	0,1285

Sily tnące (prawa połowa profilu) według teorii II. rzędu

(Wszystkie sily wewnętrzne, w odniesieniu do 1 cm dlugosci rury.)

wierzchołek = belka 1a, podpora = belka 19a, dno = 36e

Belka	Na,d [N]	Va,d [N]	Ma,d [Ncm]	Belka	Na,d [N]	Va,d [N]	Ma,d [Ncm]
1	-1,68	-1,57	4,50	2	-1,81	-1,42	3,48
3	-1,94	-1,26	2,57	4	-2,05	-1,09	1,76
5	-2,14	-0,91	1,07	6	-2,22	-0,72	0,49
7	-2,28	-0,53	0,03	8	-2,33	-0,33	-0,34
9	-2,36	-0,12	-0,57	10	-2,36	0,08	-0,68
11	-2,36	0,28	-0,65	12	-2,33	0,49	-0,50
13	-2,32	-0,21	-0,21	14	-2,39	-1,11	-0,36
15	-2,48	-0,90	-1,09	16	-2,56	-0,68	-1,69
17	-2,61	-0,46	-2,14	18	-2,64	-0,24	-2,44
19	-2,66	0,25	-2,59	20	-2,63	0,46	-2,44
21	-2,58	0,69	-2,14	22	-2,51	0,91	-1,68
23	-2,42	1,13	-1,07	24	-2,35	0,37	-0,33
25	-2,35	-0,55	-0,07	26	-2,39	-0,35	-0,40
27	-2,41	-0,13	-0,60	28	-2,41	0,08	-0,66
29	-2,39	0,29	-0,59	30	-2,35	0,50	-0,37
31	-2,29	0,70	-0,03	32	-2,22	0,90	0,45
33	-2,12	1,09	1,03	34	-2,01	1,28	1,73
35	-1,89	1,45	2,54	36	-1,75	1,61	3,47
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-1,75	1,61	4,53				

* Istotne projektowane sily wewnętrzne

	Wierzchołek	podpora	dno
ΣN_d	-1,68	-2,64	-1,75 N/cm
ΣM_d	4,50	-2,59	4,53 Ncm/cm

*** Wyniki

* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-0,168	-0,264	-0,175	N/mm
Moment Md	4,504	-2,593	4,526	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	2,797	-1,727	2,809	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-2,826	1,511	-2,843	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	0,210	0,113	0,211	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,153	0,093	0,153	

* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-3,776	-6,184	-3,891	N/mm
Moment Md	0,000	-19,146	0,001	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-2,319	0,000	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-1,416	0,000	-1,459	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,011	0,017	0,011	

* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	105,6	kN/m ²
Pasywne, poziome parcie gruntu	> 0,75*Kpgh*qv	79,1	kN/m ²
-> Plastyczna strefa gruntu w podporze ca	ϕ_{pl}	10°	

* Obliczenia odkształcen (gamF = gamM = 1,0)

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierscienia przegubu	wGR,v	2,20	mm
b) Odkształcenie sprężyste (+ do wewnątrz)			
według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	0,47	mm
w dnie	wu	-0,39	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	0,79	%
dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	3,36	mm
odniesione do DN/2	δ_v	3,79	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. δ_v	10	%

* Obliczenia statecznosci

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	0,00	kN/m ²
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	160,75	kN/m ²
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	85,57	kN/m ²
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	216,83	kN/m ²
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (≤ 1)	Obliczenia	0,29	

Wskazówka: Wielkosci przekroju z obciazen gamma i zwiazanych z nimi naprezen sa obliczane w systemie z odkształceniami wstepnymi, zbliżonymi do kształtu wyboczenia, nie liniowymi.

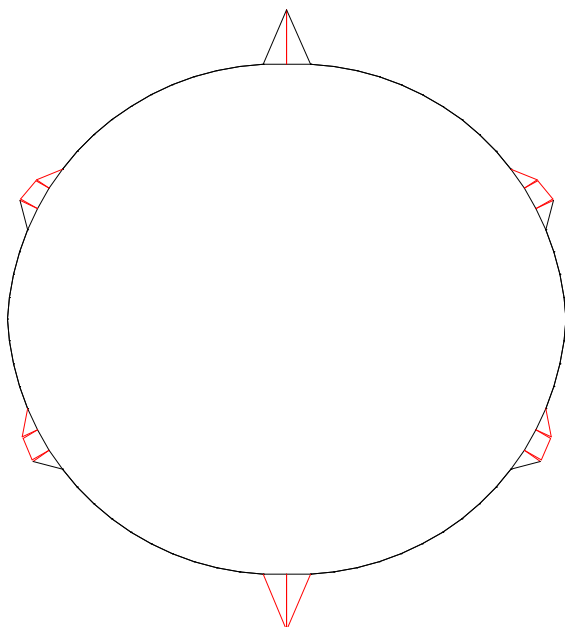
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

Nalezy jeszcze przeprowadzic dalsze obliczenie dla stanu II starej rury przy istniejącym parciu wody gruntowej lub przy wartosci minimalnej według DWA-A 143-2 ($hW,k = 1,5$ m lub $Da + 0,1$ m).

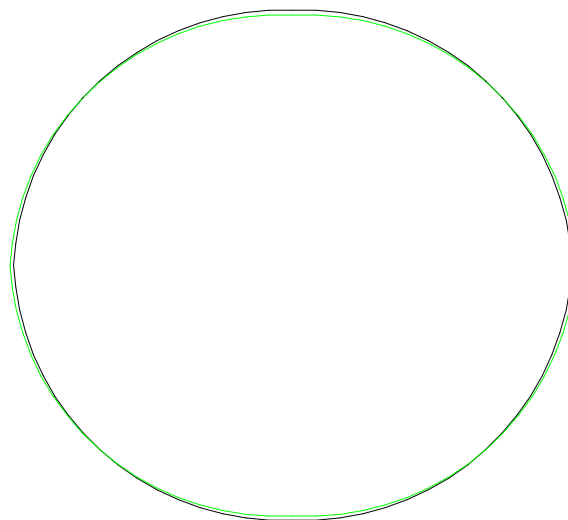
* Wskazówka

Obliczenia wazne sa tylko dla parametrów danych wprowadzonych wg strony *** Wprowadzenie
 Przy odchyleniach od tych parametrów nalezy dokonac uzupełnien w obliczeniach.

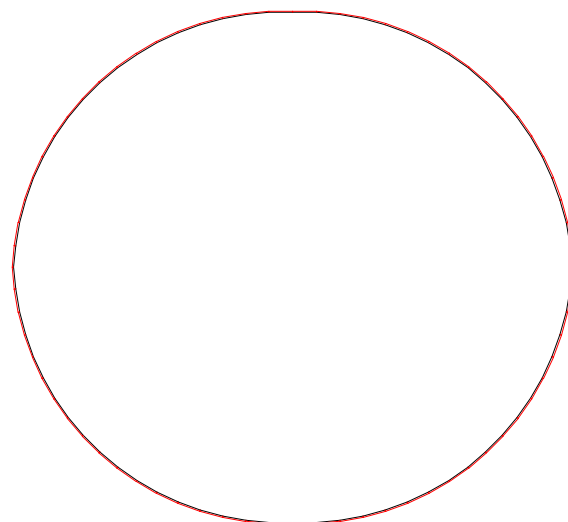
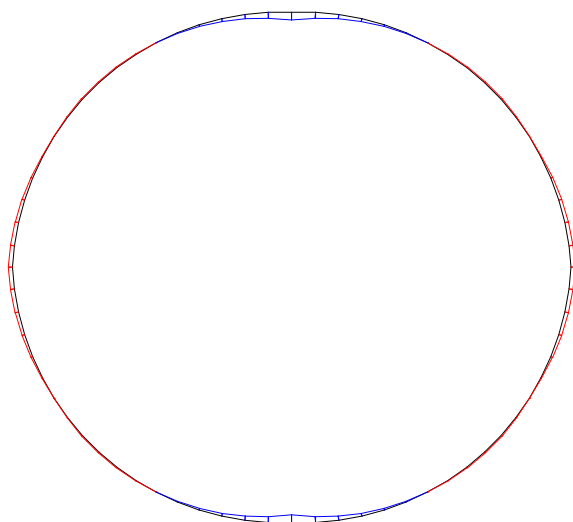
Rekaw



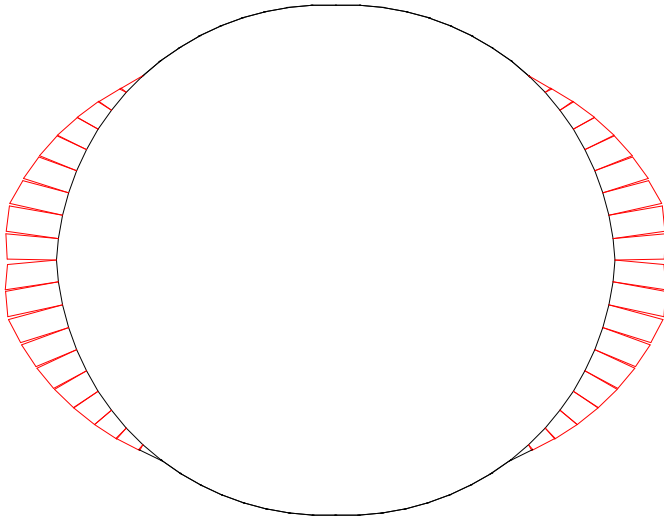
sily kontaktu, maks $|K|$ = 3.23 N/cm
M-liniowy, maks $|M|$ = 21.07 Ncm/cm
(z wartosc obliczeniowa)



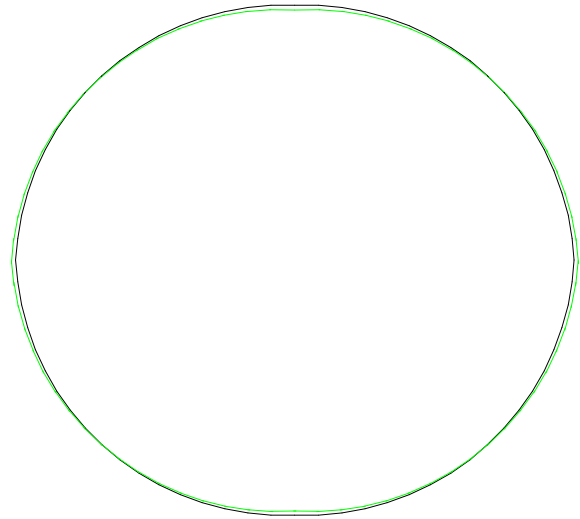
odkształcenie, maks $|d|$ = .128 cm (nie pow.)
N-liniowy, maks $|N|$ = 61.6 N/cm
(z wartosc obliczeniowa)



Stara rura



rodzaje starej rury, $\text{maks}|q_h^*| = 5.22 \text{ N/cm}$
M-liniowy, $\text{maks}|M| = 557 \text{ Ncm/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, $\text{maks}|d| = .128 \text{ cm}$ (nie pow.)
N-liniowy, $\text{maks}|N| = 61.6 \text{ N/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)

