

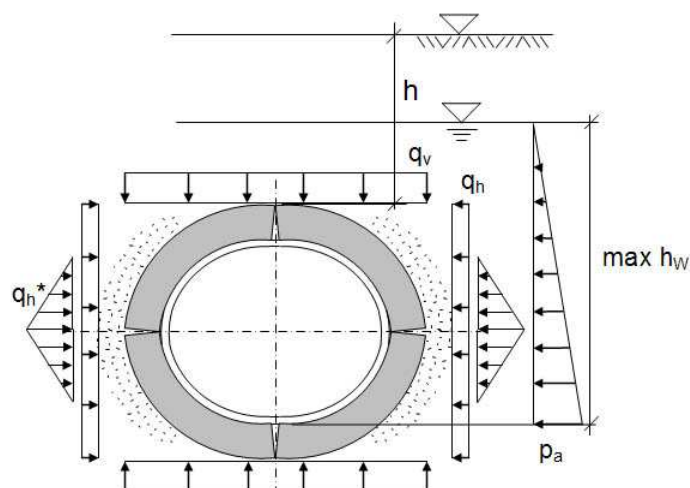
Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Beispiel
Sektor: 1
Data: 31.03.2020

Stara rura, material: PCV
przekrój kołowy, średnica nominalna DN 400
Stan starej rury III

Material rekawa: Synteza włókno laminat - Grubość ścianki: $t_L = 8,3 \text{ mm}$

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 materiału 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: PCV

Srednica nominalna	DN	=	400	mm
Srednica wewnetrzna	di	=	400,00	mm
Grubosc scianki	t	=	10,0	mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35	
Modul sprzystosci podluznej dlugookresowy	ERL	=	1500	N/mm2
Wytrzymalosc na sciskanie/rozciaganie przy zginaniu	$\beta R/\beta bZ$	=	50,0/25,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ		III	

* Rekaw - Kolo

Material: Synteza wlokno laminat				
Promien (zewnetrzny)	raL	=	200,0	mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	8,30	mm
Dlugookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1300	N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy wspolczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1300	N/mm2
Wspolczynnik Poissona	μ	=	0,35	
Dlugookresowa wytrzymalosc na rozciaganie przy zginaniu, wartosc charakterystyczna	$\sigma_{bz,k}$	=	18,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{bz,d}$	=	13,3	N/mm2
Dlugookresowa wytrzymalosc na sciskanie, wartosc charakterystyczna	$\sigma_{D,k}$	=	25,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{D,d}$	=	18,5	N/mm2
Czesciowy wspolczynnik bezpieczenstwa material, niekorzystny	γ_M	=	1,35	
Czesciowy wspolczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	γ_M	=	1,00	

* Warunki montazu, gruntu

Odkształcenie starej rury jako pierscienia czteroprzegubowego (owalizacja)	$\omega_{GR,v}$	=	3,00	%
Modul odkształcenia gruntu	E2	=	8,00	N/mm2
Wspolczynnik parcia gruntu	K2	=	0,20	
Szywnosc systemu stara rura-grunt	VRB'	=	1,00E-05	

* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30	
Wysokosc przykrycia nad wierzchołkiem rury	h	=	1,50	m
Wspolczynnik koncentracji obciazenia wierzchołkowego	λ_R	=	0,75	
Ciezar wlasciwy starej rury	γ_R	=	13,00	kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	0,00	m
Czesciowy wspolczynnik bezpieczenstwa dla staly/zmienny obciazenie	$\gamma_{F,G} / \gamma_{F,Q}$	=	1,35 / 1,50	

* Wartosci wprowadzane obliczone

Rekaw, promien sredni	rL	=	195,9	mm
Szywnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	8,25E-03	N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	23,6	
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	5,9	mm
pozioma szywnosc podloza	SBh	=	6,4	N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	21,7	kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	5,4	kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	63,0	kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	15,3	kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	0,0	mm
Geometria starej rury	B/H	=	411/388	mm

*** Wyniki posrednie

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	1	0,6110	it	5	0,5445
it	2	0,5437	it	6	0,5446
it	3	0,5450	it	7	0,5446
it	4	0,5443	it	8	0,5446

Sily tnace (prawa polowa profilu) według teorii II. rzędu

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

wierzcholek = 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	-52,86	-16,73	83,17	2	-54,12	-12,09	53,25
3	-54,98	-7,34	30,54	4	-55,42	-2,54	15,17
5	-55,55	-0,03	7,61	6	-55,72	-3,69	4,14
7	-55,98	-1,89	-5,66	8	-56,13	-1,07	-12,30
9	-56,17	0,56	-17,26	10	-56,08	2,01	-19,04
11	-55,89	2,67	-17,92	12	-55,68	2,68	-15,26
13	-55,48	2,22	-12,22	14	-55,35	1,30	-9,68
15	-55,29	0,40	-8,47	16	-55,37	-1,79	-8,61
17	-55,48	-0,13	-12,27	18	-55,62	-3,21	-12,82
19	-55,60	3,57	-18,12	20	-55,48	0,05	-11,95
21	-55,41	2,07	-11,24	22	-55,34	-0,15	-6,84
23	-55,41	-0,99	-6,07	24	-55,55	-1,90	-6,60
25	-55,75	-2,41	-8,51	26	-55,97	-2,53	-11,09
27	-56,19	-2,14	-13,62	28	-56,34	-1,10	-15,15
29	-56,37	0,55	-14,56	30	-56,28	1,58	-10,83
31	-56,09	2,90	-5,10	32	-55,90	1,33	2,99
33	-55,79	1,25	8,33	34	-55,46	6,13	13,34
35	-54,72	10,96	26,33	36	-53,55	15,70	46,92
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-53,55	15,70	74,97				

* Istotne projektowane sily wewnetrzne

	Wierzcholek	podpora	dno	
ΣNd	-52,86	-55,62	-53,55	N/cm
ΣMd	83,17	-18,12	74,97	Ncm/cm

*** Wyniki

* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-5,286	-5,562	-5,355	N/mm
Moment Md	83,168	-18,120	74,967	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	6,709	-2,271	5,976	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-7,778	0,886	-7,082	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	0,503	0,066	0,448	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,420	0,123	0,382	

* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-6,839	-11,380	-6,908	N/mm
Moment Md	0,000	-13,619	0,000	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-4,267	0,000	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-2,564	0,000	-2,591	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,077	0,128	0,078	

* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	108,3	kN/m ²
Pasywne, poziome parcie gruntu	> 0,75*Kpgh*qv	85,3	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	5,88	mm
b) Odkształcenie sprężyste (+ do wewnatrz)			
według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	1,99	mm
w dnie	wu	-1,65	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	1,25	%
dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	10,79	mm
odniesione do DN/2	δ_v	4,25	%
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	162,45	kN/m ²
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	85,03	kN/m ²
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	150,46	kN/m ²
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (≤ 1)	Obliczenia	0,42	

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

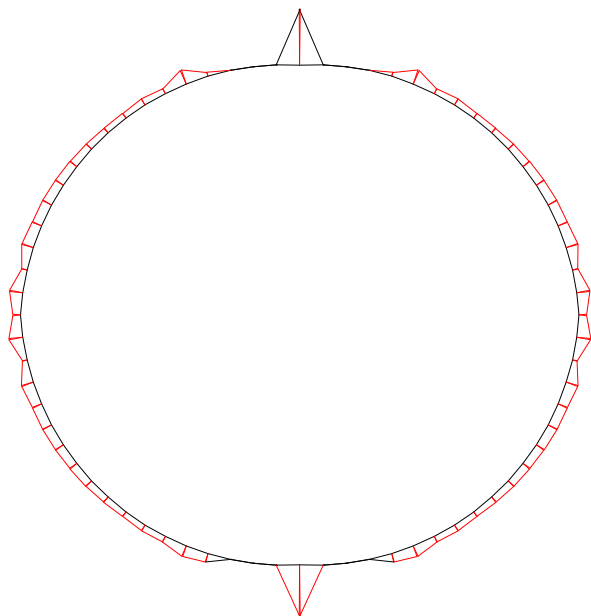
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

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).

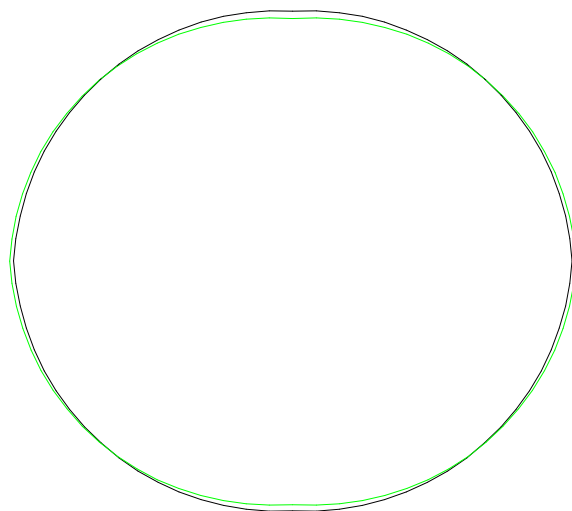
* Wskazówka

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

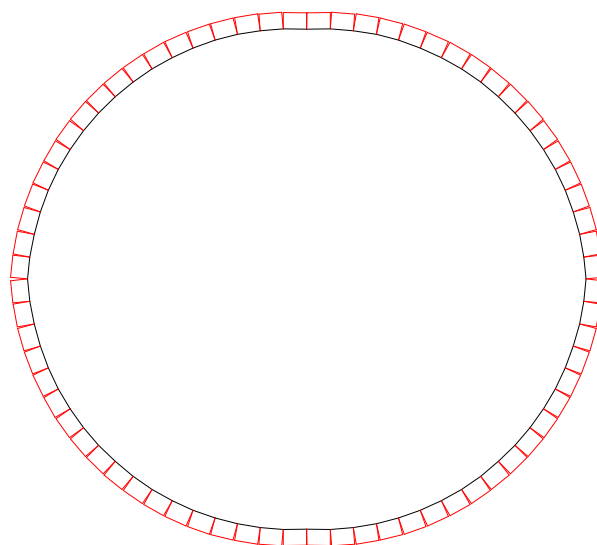
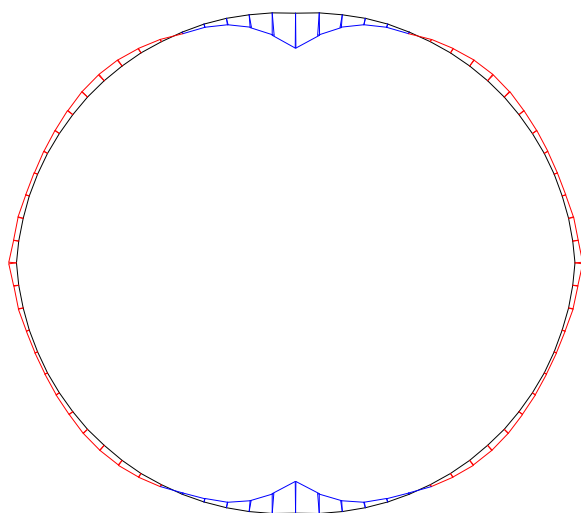
Rekaw



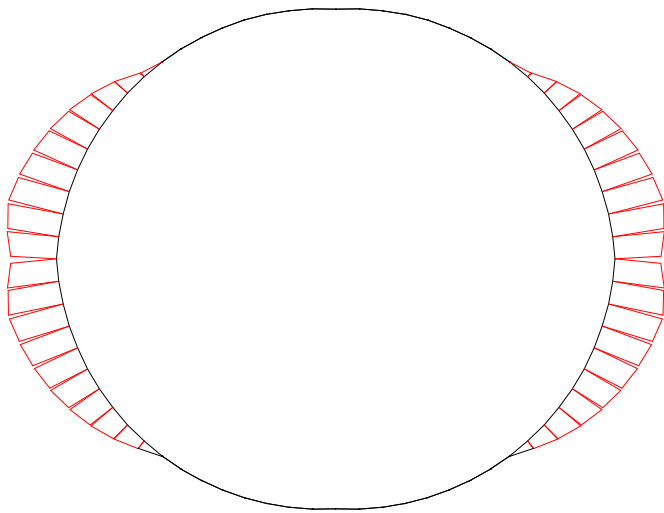
sily kontaktu, maks|K| = 32.38 N/cm
M-liniowy, maks|M| = 83.17 Ncm/cm
(z wartosc obliczeniowa)



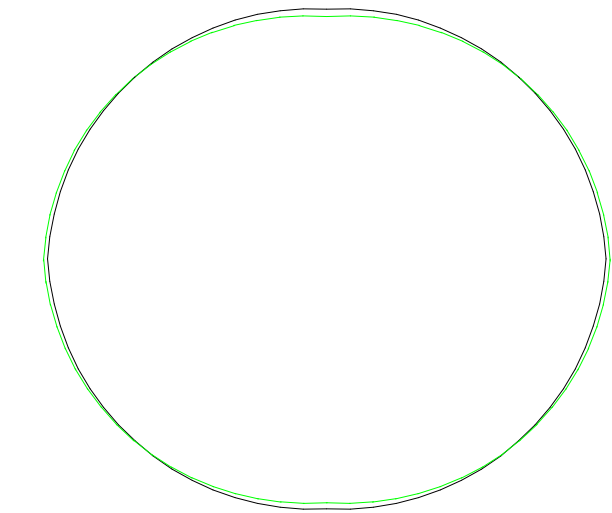
odkształcenie, maks|d| = .545 cm (nie pow.)
N-liniowy, maks|N| = 113.41 N/cm
(z wartosc obliczeniowa)



Stara rura



rodzaje starej rury, $\text{maks}|q_h^*| = 15.227 \text{ N/cm}$
M-liniowy, $\text{maks}|M| = 557 \text{ Ncm/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, $\text{maks}|d| = .545 \text{ cm}$ (nie pow.)
N-liniowy, $\text{maks}|N| = 113.41 \text{ N/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)

