

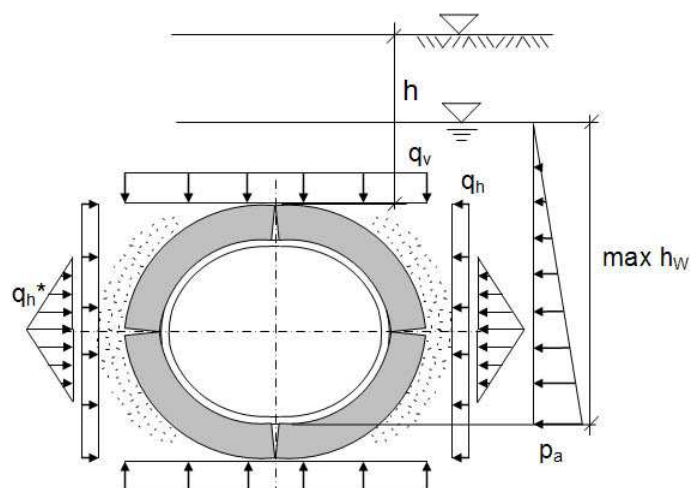
Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Beispiel
Sektor: 1
Data: 31.03.2020

Stara rura, material: PCV
przekrój kołowy, średnica nominalna DN 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: PCV

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 dlugookresowy	ERL	=	1500	N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	β_R/β_{bZ}	=	50,0/25,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ		III	

* Rekaw - Kolo

Material: Synteza wlokno 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	$\sigma_{bz,k}$	=	18,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{bz,d}$	=	13,3	N/mm2
Długookresowa wytrzymałosc na sciskanie, wartosc charakterystyczna	$\sigma_{D,k}$	=	25,0	N/mm2
wartosc obliczeniowa	$\sigma_{D,d}$	=	18,5	N/mm2
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, niekorzystny	γ_M	=	1,35	
Czesciowy współczynnik 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
Współczynnik parcia gruntu	K2	=	0,20	
Szywnosc systemu stara rura-grunt	VRB'	=	1,89E-05	

* Oddziaływania

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

* Wartosci wprowadzane obliczone

Rekaw, promien sredni	rL	=	73,5	mm
Szywnosc 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 szywnosc 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 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	5	0,1290	it	9	0,1324
it	6	0,1303	it	10	0,1325
it	7	0,1315	it	11	0,1325
it	8	0,1323	it	12	0,1325

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

(Wszystkie sily wewnętrzne, 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	-3,17	-2,36	5,93	2	-3,38	-2,08	4,38
3	-3,55	-1,78	3,02	4	-3,70	-1,47	1,84
5	-3,83	-1,14	0,85	6	-3,92	-0,80	0,07
7	-3,98	-0,46	-0,50	8	-4,02	-0,11	-0,85
9	-4,02	0,23	-0,97	10	-3,99	0,58	-0,87
11	-3,97	0,05	-0,54	12	-3,98	-0,02	-0,55
13	-3,99	-0,02	-0,60	14	-3,98	0,33	-0,65
15	-4,03	-1,37	-0,47	16	-4,15	-1,10	-1,38
17	-4,23	-0,74	-2,11	18	-4,28	-0,39	-2,60
19	-4,29	0,41	-2,84	20	-4,24	0,75	-2,59
21	-4,16	1,12	-2,09	22	-4,05	1,37	-1,35
23	-4,00	-0,32	-0,44	24	-4,01	0,04	-0,61
25	-4,01	-0,02	-0,55	26	-4,00	0,12	-0,53
27	-4,02	-0,65	-0,41	28	-4,06	-0,29	-0,78
29	-4,07	0,06	-0,93	30	-4,04	0,42	-0,84
31	-3,98	0,77	-0,52	32	-3,89	1,12	0,03
33	-3,77	1,45	0,80	34	-3,62	1,78	1,78
35	-3,45	2,09	2,96	36	-3,24	2,39	4,32
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-3,24	2,39	5,89				

* Istotne projektowane sily wewnętrzne

	Wierzcholek	podpora	dno
ΣN_d	-3,17	-4,28	-3,24 N/cm
ΣM_d	5,93	-2,84	5,89 Ncm/cm

*** Wyniki

* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-0,317	-0,428	-0,324	N/mm
Moment Md	5,931	-2,842	5,895	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	3,653	-1,937	3,628	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-3,753	1,611	-3,733	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	0,274	0,121	0,272	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,203	0,105	0,202	

* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-3,698	-6,041	-3,720	N/mm
Moment Md	0,000	-19,243	0,001	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-2,265	0,000	N/mm ²
$\sigma_{a,d}$	-1,387	0,000	-1,395	N/mm ²
Obliczenia naprezen pozytywny (≤ 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (≤ 1)	0,042	0,068	0,042	

* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	99,3	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 wewnatrz)			
według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	0,48	mm
w dnie	wu	-0,46	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	0,87	%
dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	3,48	mm
odniesione do DN/2	δ_v	3,87	%
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.

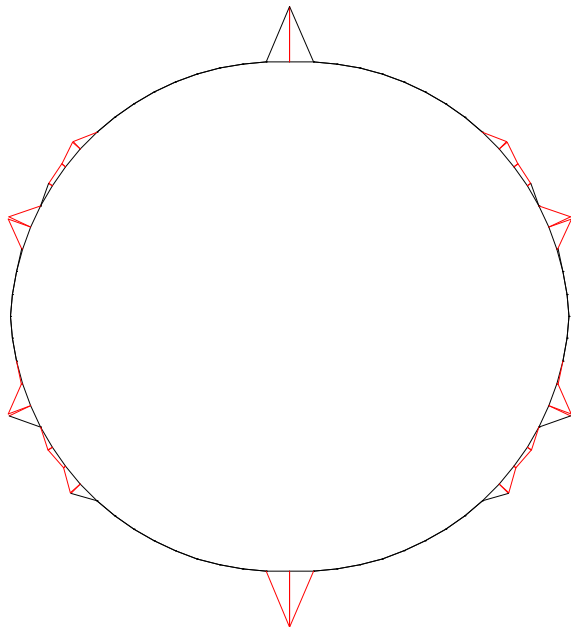
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

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).

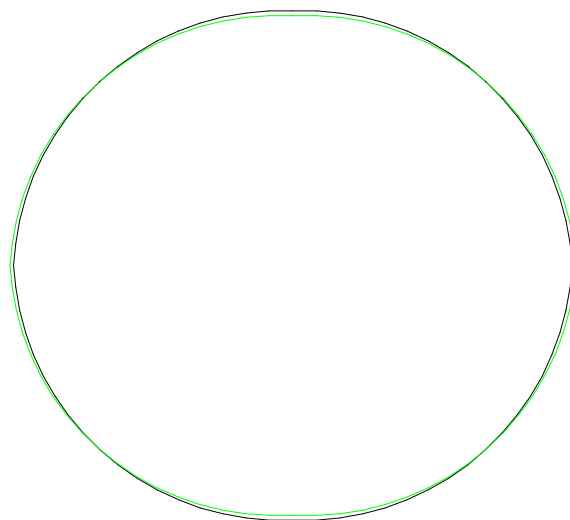
* Wskazówka

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

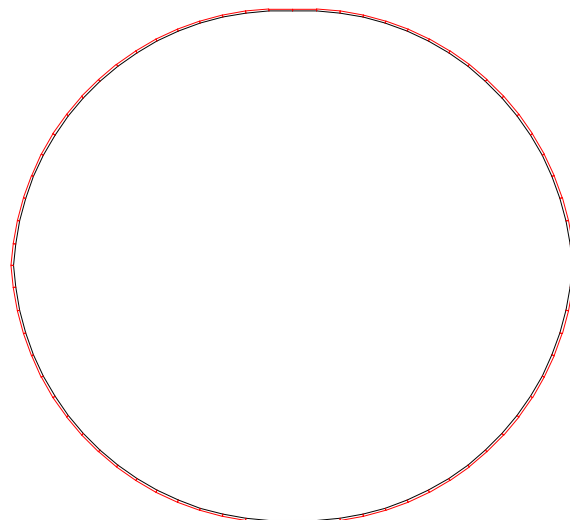
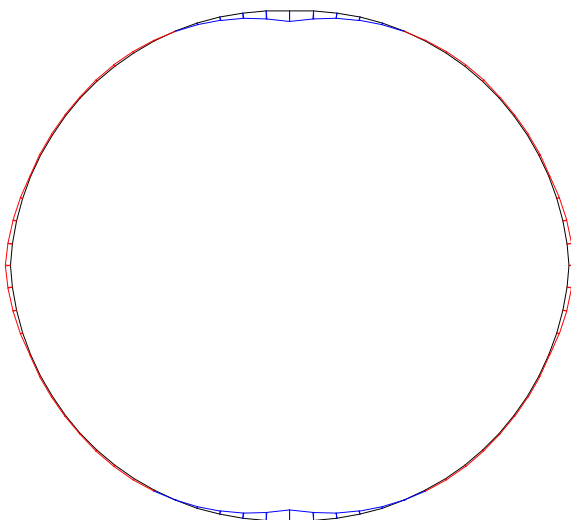
Rekaw



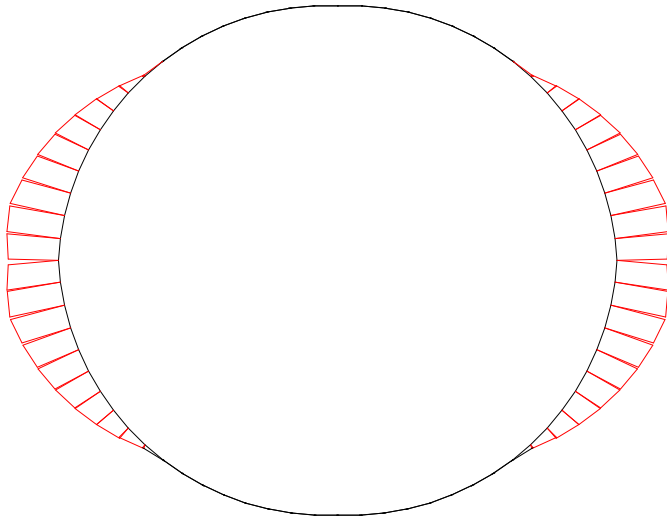
sily kontaktu, maks|K| = 4.777 N/cm
M-liniowy, maks|M| = 19.503 Ncm/cm
(z wartosc obliczeniowa)



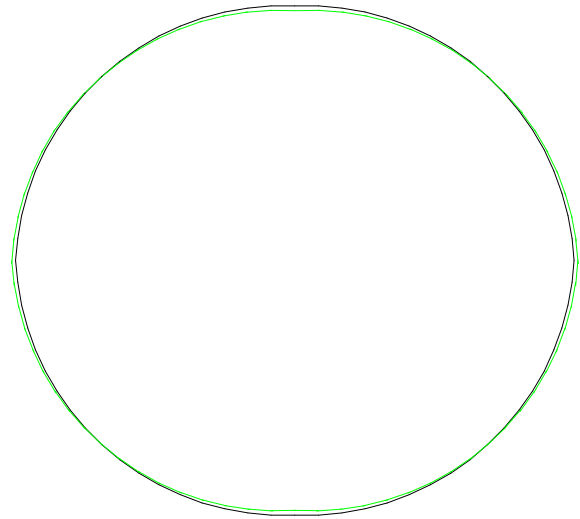
odkształcenie, maks|d| = .133 cm (nie pow.)
N-liniowy, maks|N| = 60.14 N/cm
(z wartosc obliczeniowa)



Stara rura



rodzaje starej rury, $\text{maks}|q_h^*| = 5.031 \text{ N/cm}$
M-liniowy, $\text{maks}|M| = 557 \text{ Ncm/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, $\text{maks}|d| = .133 \text{ cm}$ (nie pow.)
N-liniowy, $\text{maks}|N| = 60.14 \text{ N/cm}$
(z wartosc obliczeniowa)

