

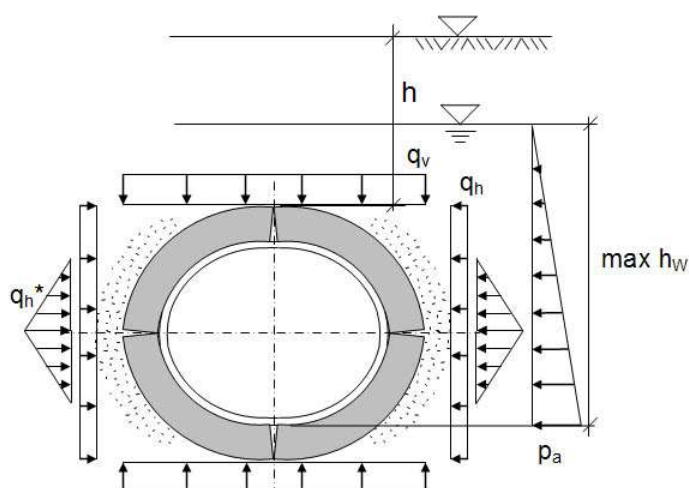
# Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Nowy Tomysl  
Sektor: P1  
Data: 15.11.2021

Stara rura, material: stal  
przekrój kolowy, srednica nominalna DN 200  
Stan starej rury III

Material rekawa: CIPP - Grubosc scianki:  $t_L = 6,0$  mm

System (schemat ideowy) i obciazenie:



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, 15.11.2021

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

### \*\*\* Dane wprowadzane

#### \* Stara rura - Kolo, Material rury: stal

Srednica nominalna	DN	=	200 mm
Srednica wewnetrzna	di	=	200,00 mm
Grubosc scianki	t	=	10,0 mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	150000 N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	$\beta R/\beta bZ$	=	10,0/1,0 N/mm2
Stan starej rury	AZ	=	III

#### \* Rekaw - Kolo

Material: CIPP			
Promien (zewnetrzny)	raL	=	100,0 mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	6,00 mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1050 N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1050 N/mm2
Współczynnik Poissona	$\mu$	=	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	$\gamma_M$	=	1,35
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	$\gamma_M$	=	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

#### \* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30
Wysokosc przykrycia nad wierzcholkiem rury	h	=	2,80 m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzcholkowego	$\lambda_R$	=	0,75
Ciezar wlasciwy starej rury	$\gamma_R$	=	70,50 kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	1,50 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	=	97,0 mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	2,07E-02 N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	16,2
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	2,9 mm
pozioma sztywnosc podloza	SBh	=	6,4 N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	13,1 kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	3,3 kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	63,2 kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	16,2 kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	0,5 mm
Geometria starej rury	B/H	=	205/194 mm

### \*\*\* Wyniki posrednie

#### \* Iteracja

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

it	13	0,1566	it	17	0,1569
it	14	0,1565	it	18	0,1570
it	15	0,1572	it	19	0,1570
it	16	0,1568	it	20	0,1570

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	-24,60	-3,52	16,40	2	-24,91	-3,22	13,28
3	-25,19	-2,86	10,39	4	-25,46	-2,49	7,70
5	-25,69	-2,09	5,26	6	-25,90	-1,68	3,11
7	-26,07	-1,25	1,28	8	-26,20	-0,81	-0,20
9	-26,29	-0,37	-1,31	10	-26,35	0,08	-2,04
11	-26,36	0,52	-2,38	12	-26,33	0,96	-2,32
13	-26,27	1,39	-1,86	14	-26,39	-3,43	-1,03
15	-26,71	-2,99	-4,26	16	-26,98	-2,53	-7,09
17	-27,21	-2,05	-9,47	18	-27,38	-1,65	-11,36
19	-27,40	1,53	-12,74	20	-27,26	1,92	-11,47
21	-27,06	2,37	-9,70	22	-26,81	2,80	-7,46
23	-26,54	2,95	-4,79	24	-26,42	-0,88	-1,96
25	-26,46	-0,51	-2,35	26	-26,45	-0,15	-2,41
27	-26,42	0,21	-2,13	28	-26,35	0,56	-1,54
29	-26,25	0,90	-0,63	30	-26,12	1,23	0,56
31	-25,96	1,53	2,02	32	-25,78	1,83	3,72
33	-25,58	2,10	5,63	34	-25,36	2,35	7,72
35	-25,12	2,58	9,96	36	-24,87	2,77	12,31
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-24,87	2,77	14,76				

#### \* Istotne projektowane sily wewnetrzne

	Wierzcholek	podpora	dno	
$\Sigma Nd$	-24,60	-27,38	-24,87	N/cm
$\Sigma Md$	16,40	-12,74	14,76	Ncm/cm

### \*\*\* Wyniki

#### \* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-2,460	-2,738	-2,487	N/mm
Moment Md	16,396	-12,736	14,764	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	2,379	-2,623	2,097	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-3,086	1,623	-2,824	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	<b>0,178</b>	0,122	0,157	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,167</b>	0,142	0,153	

#### \* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-4,932	-7,840	-5,079	N/mm
Moment Md	0,000	-30,160	0,001	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-2,940	0,000	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-1,849	0,000	-1,905	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,277</b>	0,441	0,286	

#### \* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	<b>106,2</b>	kN/m <sup>2</sup>
Pasywne, poziome parcie gruntu	< 0,75*Kpgh*qv	<b>110,3</b>	kN/m <sup>2</sup>

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

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierscienia przegubu	wGR,v	2,91	mm
b) Odkształcenie sprzyste (+ do wewnatrz) według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	0,57	mm
w dnie	wu	-0,53	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	<b>0,77</b>	%
dop. sprzyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	4,40	mm
odniesione do DN/2	$\delta_v$	3,77	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_v$	10	%

#### \* Obliczenia statecznosci

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	22,50	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	335,36	kN/m <sup>2</sup>
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	85,37	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	195,29	kN/m <sup>2</sup>
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (<= 1)	Obliczenia	<b>0,32</b>	

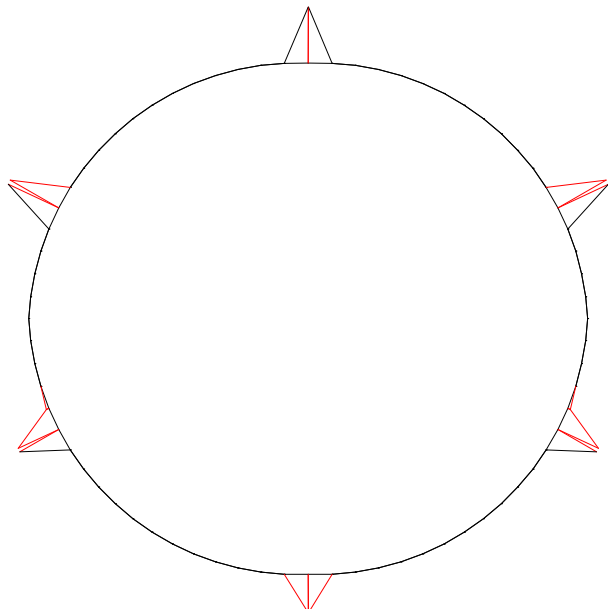
Wskazówka: Wielkosci przekroju z obciazen gamma i zwiazanych z nimi naprezen sa obliczane w systemie z odkształceniami wstepnymi, zblizonymi do ksztaltu wyboczenia, nie liniowymi. W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

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

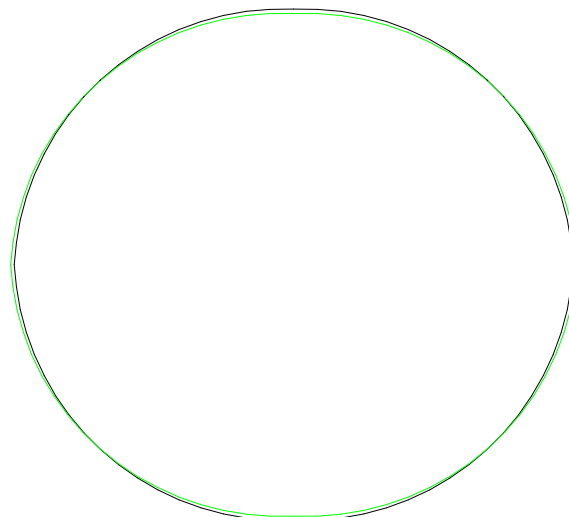
#### \* Wskazówka

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

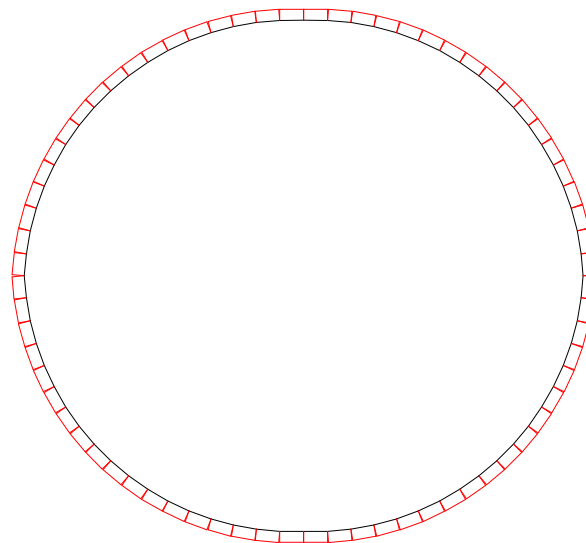
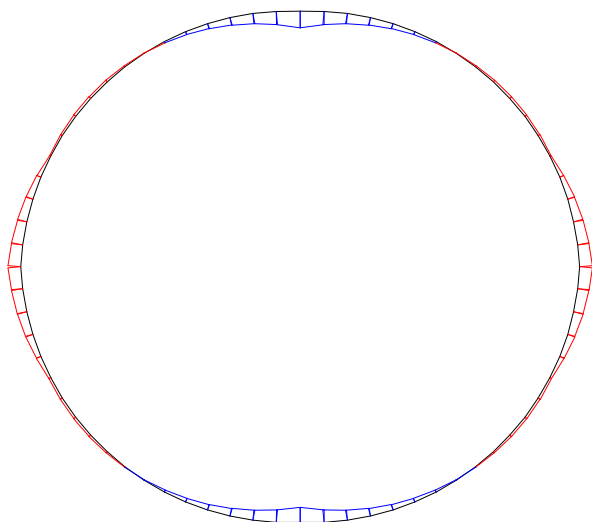
## Rekaw



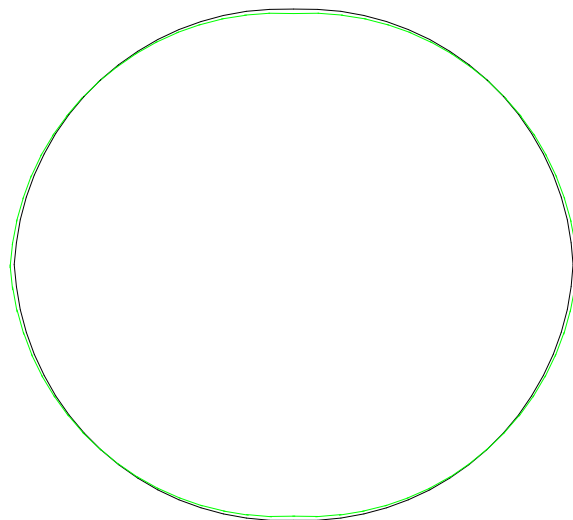
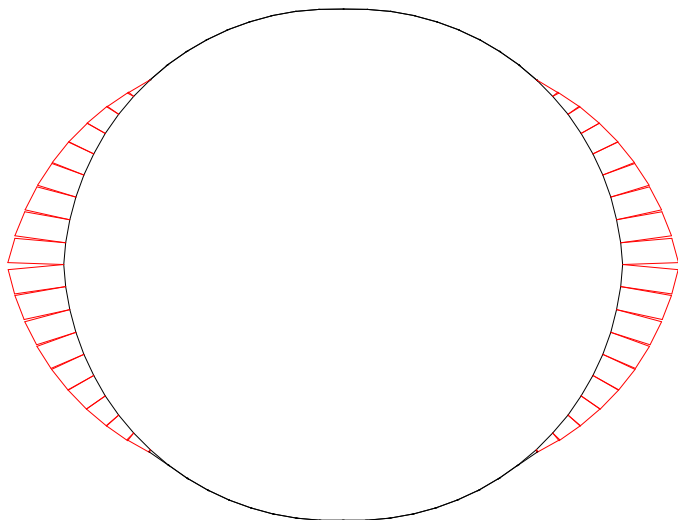
sily kontaktu, maks|K| = 5.263 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 34.85 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, maks|d| = .157 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 78.26 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

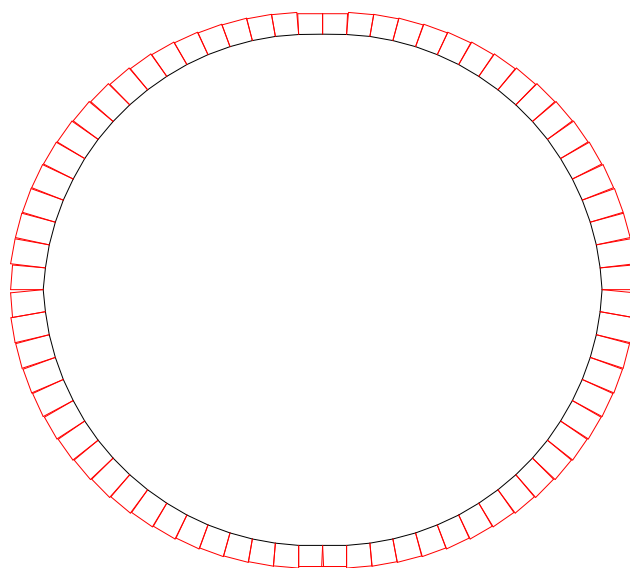
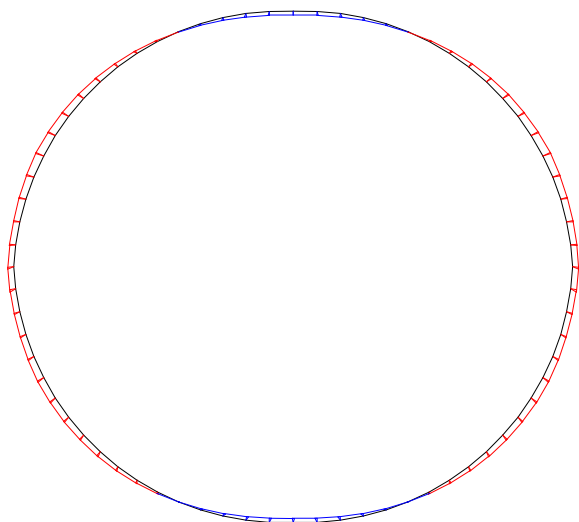


## Stara rura



rodzaje starej rury, maks|qh\*| = 7.964 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 148.5 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

odkształcenie, maks|d| = .157 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 78.26 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



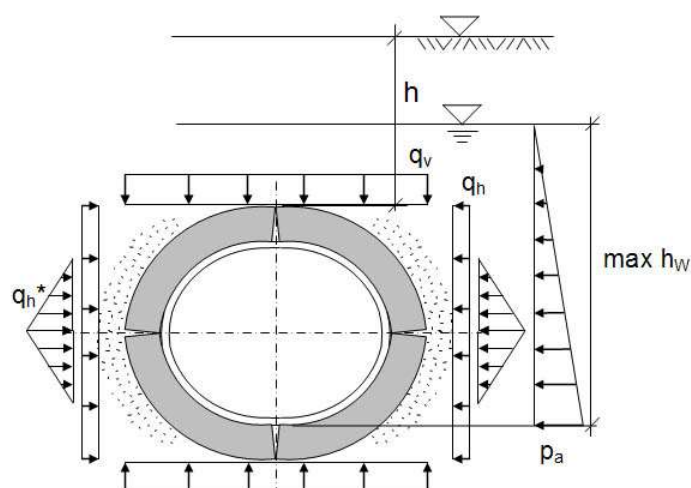
# Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Nowy Tomysl  
Sektor: P3  
Data: 15.11.2021

Stara rura, material: stal  
przekrój kolowy, srednica nominalna DN 500  
Stan starej rury III

Material rekawa: CIPP - Grubosc scianki:  $t_L = 14,0$  mm

System (schemat ideowy) i obciazenie:



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, 15.11.2021

---

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

### \*\*\* Dane wprowadzane

#### \* Stara rura - Kolo, Material rury: stal

Srednica nominalna	DN	=	500 mm
Srednica wewnetrzna	di	=	500,00 mm
Grubosc scianki	t	=	10,0 mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	30000 N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciaganie przy zginaniu	$\beta R/\beta bZ$	=	10,0/1,0 N/mm2
Stan starej rury	AZ	=	III

#### \* Rekaw - Kolo

Material: CIPP			
Promien (zewnetrzny)	raL	=	250,0 mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	14,00 mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1050 N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1050 N/mm2
Współczynnik Poissona	$\mu$	=	0,35
Długookresowa wytrzymałosc na rozciaganie 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	$\gamma_M$	=	1,35
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	$\gamma_M$	=	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

#### \* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30
Wysokosc przykrycia nad wierzcholkiem rury	h	=	2,80 m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzcholkowego	$\lambda_R$	=	0,75
Ciezar wlasciwy starej rury	$\gamma_R$	=	70,50 kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	3,00 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	=	243,0 mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	1,67E-02 N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	17,4
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	7,3 mm
pozioma sztywnosc podloza	SBh	=	6,4 N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	13,1 kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	3,3 kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	51,1 kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	13,1 kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	1,2 mm
Geometria starej rury	B/H	=	514/485 mm



### \*\*\* Wyniki posrednie

#### \* Iteracja

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

it	6	0,4057	it	10	0,4081
it	7	0,4100	it	11	0,4076
it	8	0,4109	it	12	0,4063
it	9	0,4093	it	13	0,4064

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	-65,56	-10,90	106,63	2	-66,48	-9,74	82,58
3	-67,34	-8,47	60,47	4	-68,11	-7,12	40,37
5	-68,77	-5,72	22,63	6	-69,31	-4,28	7,58
7	-69,74	-2,79	-4,52	8	-70,03	-1,29	-13,46
9	-70,19	0,22	-19,07	10	-70,21	1,73	-21,26
11	-70,09	3,22	-20,02	12	-69,89	3,75	-15,39
13	-69,78	0,88	-9,45	14	-69,73	2,30	-9,47
15	-70,09	-8,38	-6,40	16	-70,85	-6,94	-25,86
17	-71,47	-5,46	-41,99	18	-71,93	-4,08	-54,50
19	-71,95	4,30	-63,19	20	-71,55	5,65	-54,00
21	-70,99	7,07	-41,03	22	-70,30	8,42	-24,59
23	-70,00	-2,07	-5,03	24	-70,20	-2,99	-7,61
25	-70,44	-3,45	-12,04	26	-70,65	-2,18	-17,31
27	-70,74	-0,91	-19,67	28	-70,70	0,35	-19,12
29	-70,55	1,59	-15,68	30	-70,28	2,80	-9,43
31	-69,90	3,98	-0,53	32	-69,42	5,11	10,85
33	-68,85	6,19	24,48	34	-68,19	7,20	40,08
35	-67,47	8,16	57,37	36	-66,70	9,00	76,02
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-66,70	9,00	95,95				

#### \* Istotne projektowane sily wewnetrzne

	Wierzcholek	podpora	dno	
$\Sigma Nd$	-65,56	-71,93	-66,70	N/cm
$\Sigma Md$	106,63	-63,19	95,95	Ncm/cm

### \*\*\* Wyniki

#### \* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-6,556	-7,193	-6,670	N/mm
Moment Md	106,634	-63,186	95,950	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	2,859	-2,485	2,517	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-3,670	1,383	-3,357	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	<b>0,214</b>	0,104	0,189	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,198</b>	0,134	0,181	

#### \* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-9,868	-14,804	-10,257	N/mm
Moment Md	0,000	-69,800	0,000	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-5,552	0,000	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-3,700	0,000	-3,846	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,555</b>	0,833	0,577	

#### \* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	<b>92,3</b>	kN/m <sup>2</sup>
Pasywne, poziome parcie gruntu	> 0,75*Kpgh*qv	<b>84,1</b>	kN/m <sup>2</sup>
-> Plastyczna strefa gruntu w podporze ca	$\phi_{pl}$	5°	

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

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierścienia przegubu	wGR,v	7,29	mm
b) Odkształcenie sprężyste (+ do wewnatrz)			
według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	1,49	mm
w dnie	wu	-1,34	mm
odniesione do DN/2	$\delta v,el$	<b>0,79</b>	%
dop. sprężyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta v,el$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	11,11	mm
odniesione do DN/2	$\delta v$	3,79	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta v$	10	%

#### \* Obliczenia statecznosc

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	22,50	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	280,85	kN/m <sup>2</sup>
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	68,95	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	146,26	kN/m <sup>2</sup>
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (<= 1)	Obliczenia	<b>0,35</b>	

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

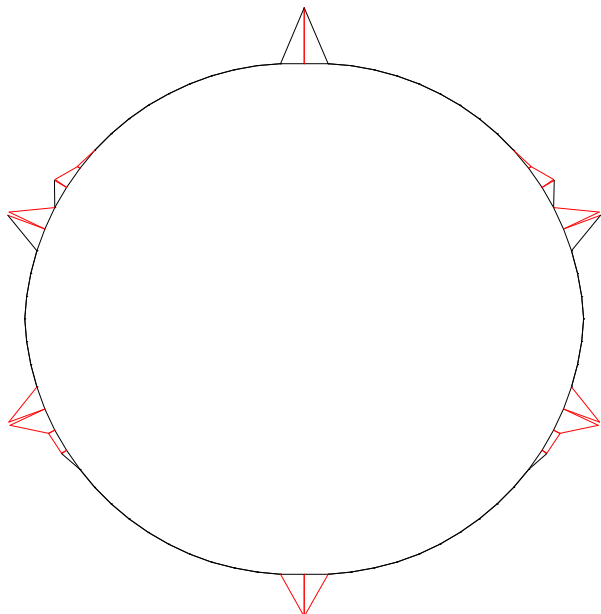
W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

Należy jeszcze przeprowadzić 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).

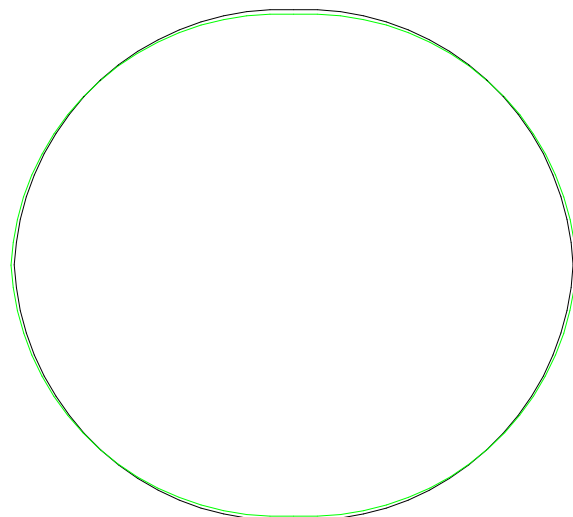
#### \* Wskazówka

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

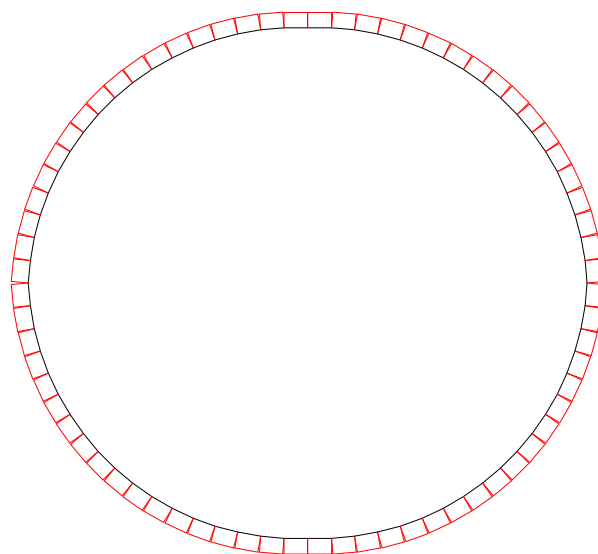
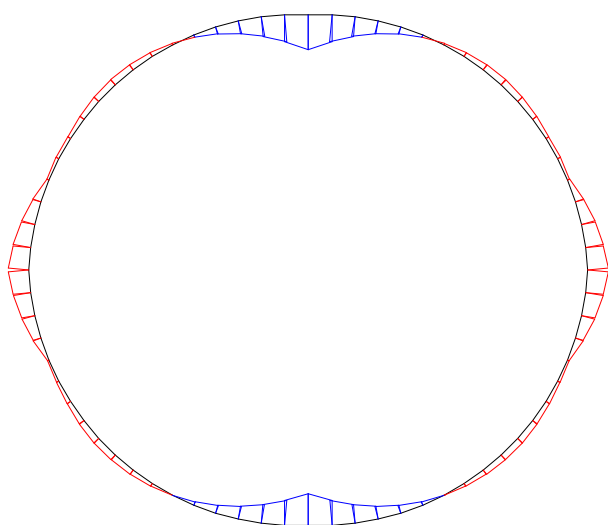
## Rekaw



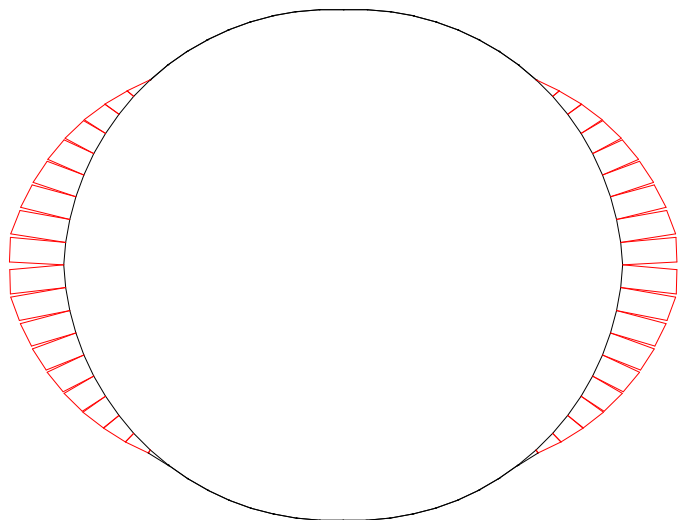
sily kontaktu, maks|K| = 17.154 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 106.63 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



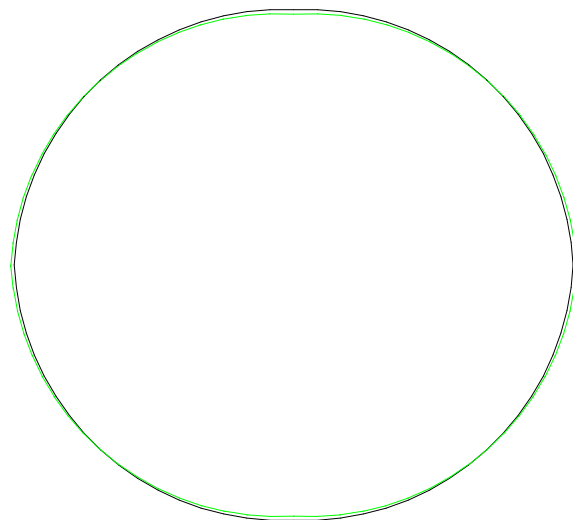
odkształcenie, maks|d| = .406 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 148.17 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



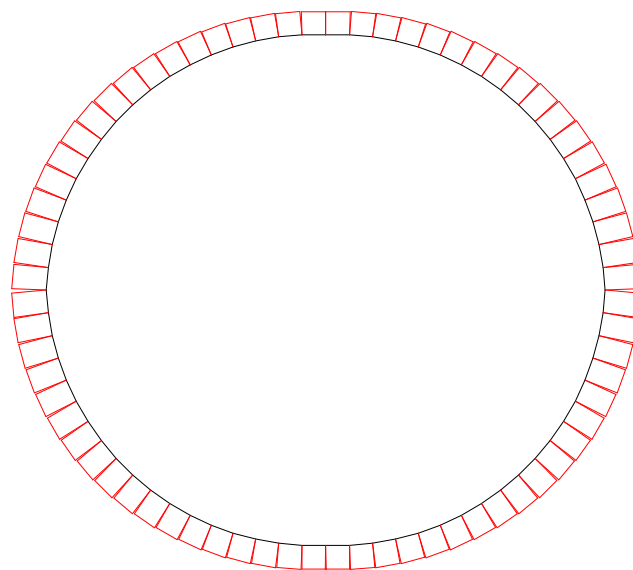
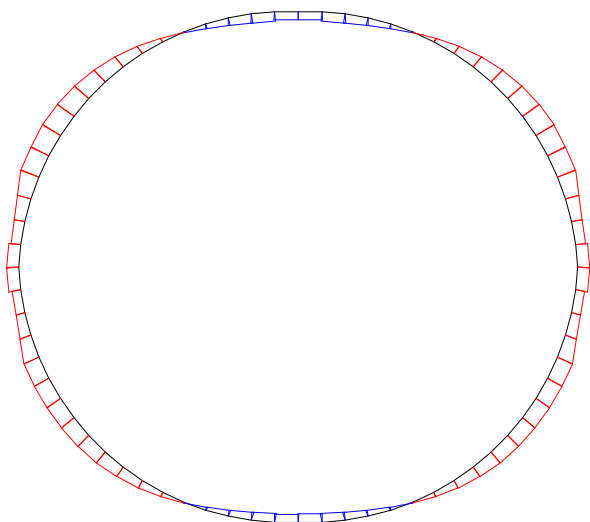
## Stara rura



rodzaje starej rury, maks $|q_h^*|$  = 15.88 N/cm  
M-liniowy, maks $|M|$  = 148.5 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, maks $|d|$  = .406 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks $|N|$  = 148.17 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



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

Projekt: Nowy Tomysl

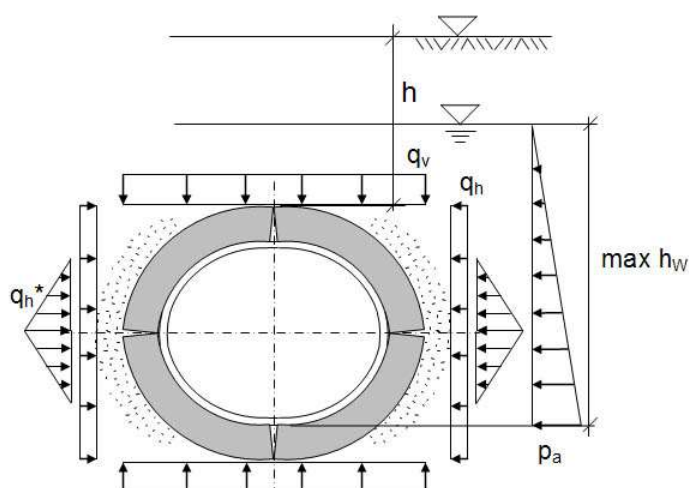
Sektor: P4

Data: 15.11.2021

Stara rura, material: Zeliwo  
przekrój kolowy, srednica nominalna DN 200  
Stan starej rury III

Material rekawa: CIPP - Grubosc scianki:  $t_L = 6,0$  mm

System (schemat ideowy) i obciazenie:



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, 15.11.2021

---

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

### \*\*\* Dane wprowadzane

#### \* Stara rura - Kolo, Material rury: Zeliwo

Srednica nominalna	DN	=	200	mm
Srednica wewnetrzna	di	=	200,00	mm
Grubosc scianki	t	=	10,0	mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35	
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	170000	N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	$\beta_R/\beta_{bZ}$	=	200,0/200,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ	=	III	

#### \* Rekaw - Kolo

Material: CIPP				
Promien (zewnetrzny)	raL	=	100,0	mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	6,00	mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1050	N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1050	N/mm2
Współczynnik Poissona	$\mu$	=	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	$\gamma_M$	=	1,35	
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	$\gamma_M$	=	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	

#### \* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30	
Wysokosc przykrycia nad wierzcholkiem rury	h	=	2,80	m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzcholkowego	$\lambda_R$	=	0,75	
Ciezar własciwy starej rury	$\gamma_R$	=	70,50	kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	1,50	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	=	97,0	mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	2,07E-02	N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	16,2	
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa	wGR,v	=	2,9	mm
pozioma sztywnosc podloza	SBh	=	6,4	N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	13,1	kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	3,3	kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	63,2	kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	16,2	kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	0,5	mm
Geometria starej rury	B/H	=	205/194	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	13	0,1565	it	17	0,1568
it	14	0,1564	it	18	0,1569
it	15	0,1571	it	19	0,1569
it	16	0,1567	it	20	0,1569

Sily tnace (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	-24,59	-3,52	16,38	2	-24,90	-3,21	13,27
3	-25,19	-2,86	10,38	4	-25,45	-2,48	7,69
5	-25,69	-2,09	5,26	6	-25,89	-1,67	3,11
7	-26,06	-1,25	1,28	8	-26,19	-0,81	-0,20
9	-26,29	-0,37	-1,31	10	-26,34	0,08	-2,04
11	-26,35	0,52	-2,37	12	-26,33	0,96	-2,31
13	-26,26	1,39	-1,86	14	-26,39	-3,43	-1,03
15	-26,70	-2,99	-4,26	16	-26,98	-2,53	-7,09
17	-27,20	-2,05	-9,47	18	-27,37	-1,66	-11,36
19	-27,40	1,52	-12,73	20	-27,25	1,91	-11,47
21	-27,05	2,37	-9,71	22	-26,81	2,80	-7,47
23	-26,53	2,96	-4,80	24	-26,42	-0,88	-1,96
25	-26,45	-0,51	-2,35	26	-26,45	-0,15	-2,40
27	-26,41	0,21	-2,13	28	-26,34	0,56	-1,53
29	-26,24	0,90	-0,63	30	-26,11	1,22	0,56
31	-25,96	1,53	2,02	32	-25,77	1,82	3,72
33	-25,57	2,09	5,63	34	-25,35	2,35	7,72
35	-25,11	2,58	9,95	36	-24,87	2,76	12,30
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-24,87	2,76	14,75				

#### \* Istotne projektowane sily wewnętrzne

	Wierzcholek	podpora	dno	
$\Sigma Nd$	-24,59	-27,37	-24,87	N/cm
$\Sigma Md$	16,38	-12,74	14,75	Ncm/cm

### \*\*\* Wyniki

#### \* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-2,459	-2,737	-2,487	N/mm
Moment Md	16,382	-12,736	14,748	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	2,377	-2,623	2,094	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-3,084	1,623	-2,822	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	<b>0,178</b>	0,122	0,157	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,167</b>	0,142	0,152	

#### \* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-4,932	-7,841	-5,079	N/mm
Moment Md	0,000	-30,178	0,001	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-2,940	0,000	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-1,849	0,000	-1,905	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny (<= 1)	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny (<= 1)	<b>0,014</b>	0,022	0,014	

#### \* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	<b>106,2</b>	kN/m <sup>2</sup>
Pasywne, poziome parcie gruntu	< 0,75*Kpgh*qv	<b>110,3</b>	kN/m <sup>2</sup>

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

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierscienia przegubu	wGR,v	2,91	mm
b) Odkształcenie sprzyste (+ do wewnatrz) według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	0,57	mm
w dnie	wu	-0,53	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	<b>0,77</b>	%
dop. sprzyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	4,40	mm
odniesione do DN/2	$\delta_v$	3,77	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_v$	10	%

#### \* Obliczenia statecznosci

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	22,50	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	335,36	kN/m <sup>2</sup>
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	85,37	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	195,29	kN/m <sup>2</sup>
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d (<= 1)	Obliczenia	<b>0,32</b>	

Wskazówka: Wielkosci przekroju z obciazen gamma i zwiazanych z nimi naprezen sa obliczane w systemie z odkształceniami wstepnymi, zbliżonymi do ksztaltu wyboczenia, nie liniowymi. W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

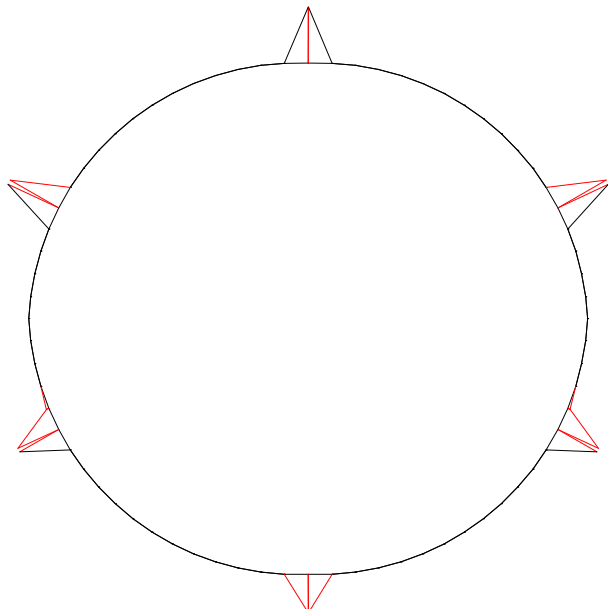
Nalezy jeszcze przeprowadzic dalsze obliczenie dla stanu II starej rury przy istniejacym parciu wody gruntowej lub przy wartosci minimalnej według DWA-A 143-2 (hW,k = 1,5 m lub Da + 0,1 m).

#### \* Wskazówka

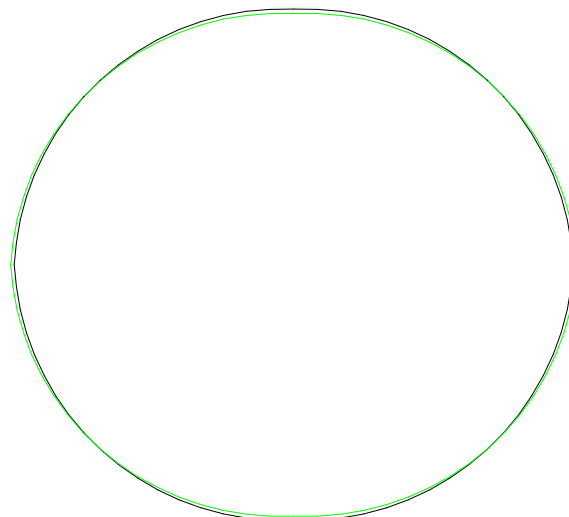
Obliczenia wazne sa tylko dla parametrów danych wprowadzonych wg strony \*\*\* Wprowadzenie Przy odchyleniach od tych parametrów nalezy dokonac uzupełnien w obliczeniach.



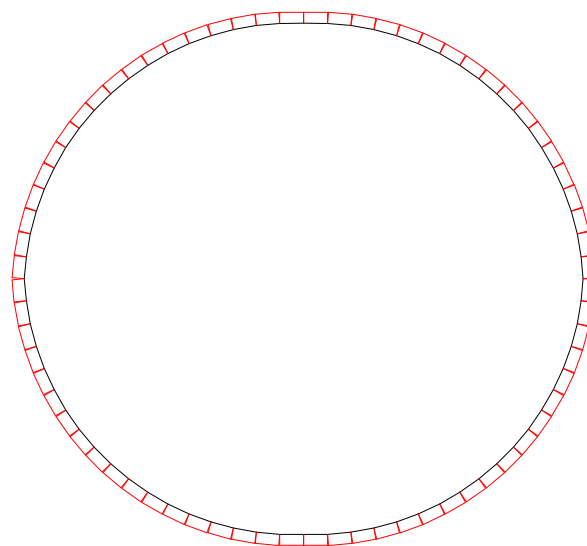
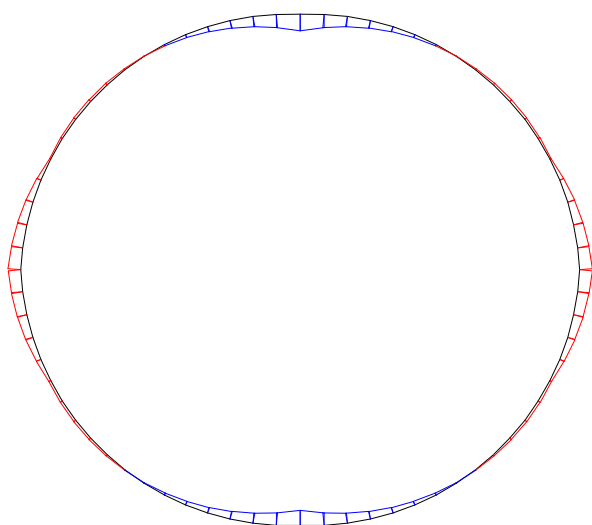
## Rekaw



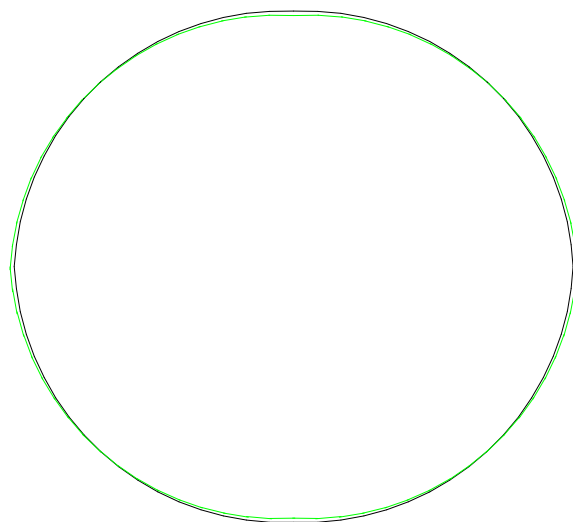
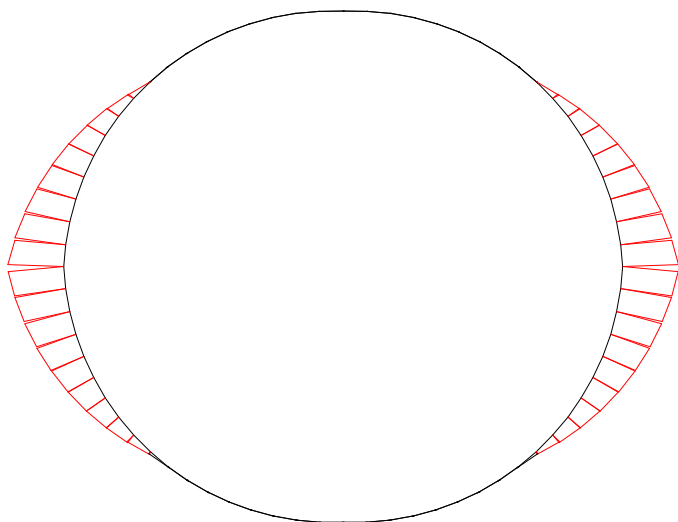
sily kontaktu, maks|K| = 5.255 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 34.86 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, maks|d| = .157 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 78.27 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

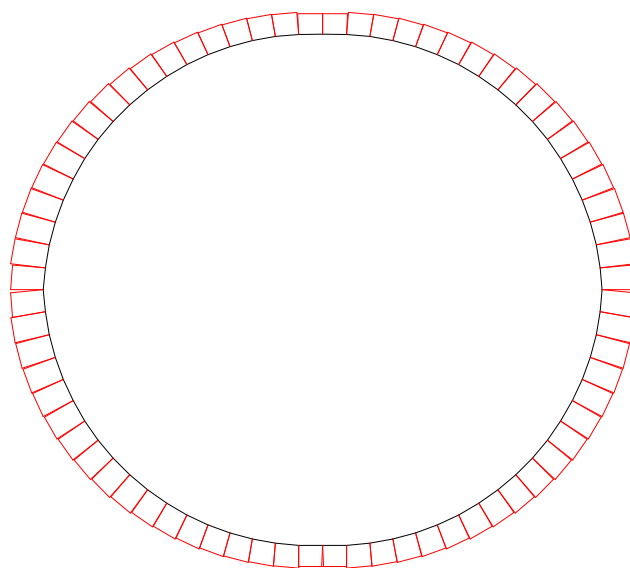
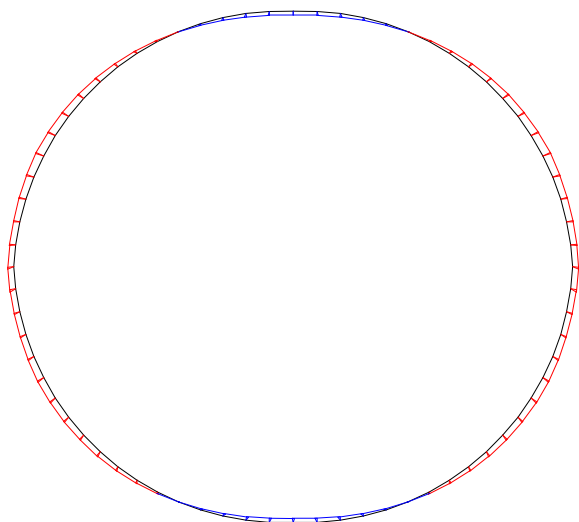


## Stara rura



rodzaje starej rury, maks $|q_h^*|$  = 7.966 N/cm  
M-liniowy, maks $|M|$  = 148.5 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

odkształcenie, maks $|d|$  = .157 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks $|N|$  = 78.27 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



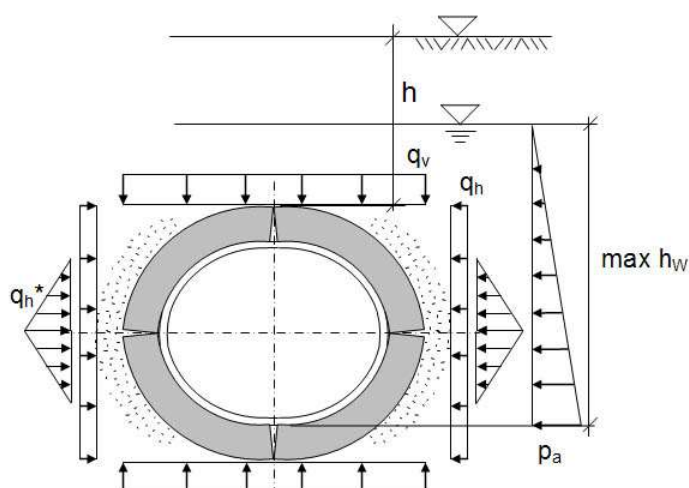
# Obliczenia statyczne rekawów według instrukcji roboczej DWA-A 143-2:2015 Program LinerB, wersja 8.10

Projekt: Nowy Tomysl  
Sektor: P6  
Data: 15.11.2021

Stara rura, material: Zeliwo  
przekrój kolowy, srednica nominalna DN 500  
Stan starej rury III

Material rekawa: CIPP - Grubosc scianki:  $t_L = 14,0$  mm

System (schemat ideowy) i obciazenie:



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, 15.11.2021

---

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

### \*\*\* Dane wprowadzane

#### \* Stara rura - Kolo, Material rury: Zeliwo

Srednica nominalna	DN	=	500	mm
Srednica wewnetrzna	di	=	500,00	mm
Grubosc scianki	t	=	10,0	mm
Mimosrodowosc przegubu (Table 14)	eG/t	=	0,35	
Modul sprzystosci podluznej	ER	=	17000	N/mm2
Wytrzymałosc na sciskanie/rozciąganie przy zginaniu	$\beta R/\beta bZ$	=	200,0/200,0	N/mm2
Stan starej rury	AZ	=		III

#### \* Rekaw - Kolo

Material: CIPP				
Promien (zewnetrzny)	raL	=	250,0	mm
Grubosc scianki (bez prelinera itp.)	tL	=	14,00	mm
Długookresowy modul sprzystosci podluznej, wartosc charakterystyczna	EL,k	=	1050	N/mm2
wartosc obliczeniowa (korzystny: czesciowy współczynnik bezpieczenstwa 1,0)	EL,d	=	1050	N/mm2
Współczynnik Poissona	$\mu$	=	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	$\gamma_M$	=	1,35	
Czesciowy współczynnik bezpieczenstwa material, korzystny	$\gamma_M$	=	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	

#### \* Oddziaływania

Obciazenie ruchome	SLW	=	30	
Wysokosc przykrycia nad wierzcholkiem rury	h	=	2,80	m
Współczynnik koncentracji obciazenia wierzcholkowego	$\lambda_R$	=	0,75	
Ciezar wlasciwy starej rury	$\gamma_R$	=	70,50	kN/m3
Woda gruntowa nad dnem	hW,So	=	1,50	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	=	243,0	mm
Sztynnosc rekawa (obliczane dla rL)	SRL	=	1,67E-02	N/mm2
Stosunek r/t	rL/tL	=	17,4	
Odkształcenie czteroprzegubowe rekawa pozioma sztywnosc podloza	wGR,v	=	7,3	mm
SBh		=	6,4	N/mm2
pionowe naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 1-4)	pT,k	=	13,1	kN/m2
poziome naprezenie z obciazenie ruchome (Diagr. 5)	pTh,k	=	3,3	kN/m2
pionowe naprezenie gruntu na starej rurze (0,75*pE,d + pT,d)	qv,d	=	66,3	kN/m2
poziome naprezenie gruntu na starej rurze	qh,d	=	17,5	kN/m2
Wielkosc szczeliny (szczelina pierscieniowa)	ws	=	1,2	mm
Geometria starej rury	B/H	=	514/485	mm

### \*\*\* Wyniki posrednie

Uwaga:

Die Bettungssteifigkeit des Liners im Altrohr wurde zur Iterationsverbesserung verringert:

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

Damit sind u.U. geringere Linerbelastungen möglich.

#### \* Iteracja

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

it	5	-0,4504	it	9	-0,4664
it	6	-0,4591	it	10	-0,4674
it	7	-0,4629	it	11	-0,4675
it	8	-0,4658	it	12	-0,4675

Sily tnace (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	-70,80	-14,44	127,34	2	-71,99	-12,57	95,49
3	-73,07	-10,57	67,01	4	-73,99	-8,48	41,93
5	-74,75	-6,33	20,72	6	-75,32	-4,14	3,77
7	-75,70	-1,92	-8,61	8	-75,89	0,30	-16,22
9	-75,88	2,51	-18,93	10	-75,68	4,68	-16,73
11	-75,34	5,54	-9,73	12	-75,19	0,42	-0,76
13	-75,18	2,45	-2,60	14	-75,35	-3,77	-0,13
15	-76,10	-10,90	-10,82	16	-77,07	-8,86	-36,49
17	-77,85	-6,78	-57,41	18	-78,41	-4,85	-73,24
19	-78,45	4,89	-83,71	20	-77,96	6,76	-73,24
21	-77,28	8,69	-57,56	22	-76,40	10,52	-37,07
23	-75,70	4,66	-12,28	24	-75,61	-3,88	0,25
25	-75,95	-5,11	-5,30	26	-76,27	-3,49	-13,37
27	-76,44	-1,89	-17,84	28	-76,46	-0,30	-18,68
29	-76,33	1,26	-15,93	30	-76,05	2,77	-9,70
31	-75,65	4,24	-0,16	32	-75,11	5,64	12,46
33	-74,46	6,99	27,89	34	-73,71	8,26	45,78
35	-72,87	9,45	65,79	36	-71,98	10,52	87,51
Belka	Ne,d [N]	Ve,d [N]	Me,d [Ncm]				
36	-71,98	10,52	110,83				

#### \* Istotne projektowane sily wewnętrzne

	Wierzcholek	podpora	dno	
$\Sigma Nd$	-70,80	-78,41	-71,98	N/cm
$\Sigma Md$	127,34	-83,71	110,83	Ncm/cm

### \*\*\* Wyniki

#### \* Obliczenia naprezen rekawa

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-7,080	-7,841	-7,198	N/mm
Moment Md	127,341	-83,706	110,835	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	3,467	-3,172	2,944	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-4,329	1,953	-3,842	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny ( $\leq 1$ )	<b>0,260</b>	0,146	0,221	
Obliczenia naprezen negatywny ( $\leq 1$ )	<b>0,234</b>	0,171	0,207	

#### \* Obliczenia naprezen w starym przewodzie rurowym (AZ III)

	Wierzcholek	podpora	dno	
Sila normalny Nd	-12,211	-18,709	-12,556	N/mm
Moment Md	0,000	-165,114	0,000	Nmm/mm
$\sigma_{i,d}$	0,000	-7,016	0,000	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{a,d}$	-4,579	0,000	-4,708	N/mm <sup>2</sup>
Obliczenia naprezen pozytywny ( $\leq 1$ )	-	-	-	
Obliczenia naprezen negatywny ( $\leq 1$ )	<b>0,034</b>	0,053	0,035	

#### \* Graniczne naprezenie w gruncie

Poziome naprezenie calkowite	qh+qh*	<b>119,5</b>	kN/m <sup>2</sup>
Pasywne, poziome parcie gruntu	< 0,75*Kpgh*qv	<b>121,5</b>	kN/m <sup>2</sup>

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

a) Wstepne odkształcenie miejscowe pozbawione naprezen	wv	0,00	mm
Wstepne odkształcenie pierscienia przegubu	wGR,v	7,29	mm
b) Odkształcenie sprzyste (+ do wewnatrz) według teorii II. rzędu w wierzchołku	wo	1,58	mm
w dnie	wu	-1,71	mm
odniesione do DN/2	$\delta_{v,el}$	<b>0,92</b>	%
dop. sprzyste odkształcenie (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_{v,el}$	6	%
c) Odkształcenie calkowite	w	11,74	mm
odniesione do DN/2	$\delta_v$	3,92	%
Wartosc orientacyjna (DWA-A 143-2, 7.6.3)	dop. $\delta_v$	10	%

#### \* Obliczenia statecznosci

Parcie wody gruntowej nad dnem rekawa (wartosc obliczeniowa)	pa,d	22,50	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny parcie wody	krit pa,d	280,85	kN/m <sup>2</sup>
Pionowe naprezenie gruntu na starej rurze	qv,d	89,45	kN/m <sup>2</sup>
Krytyczny własny stary przewód rurowy - grunt (bez rekaw), Aneks F	krit qv,d	147,67	kN/m <sup>2</sup>
Obliczenia stary przewód rurowy - grunt: qv,d / krit qv,d ( $\leq 1$ )	Obliczenia	<b>0,45</b>	

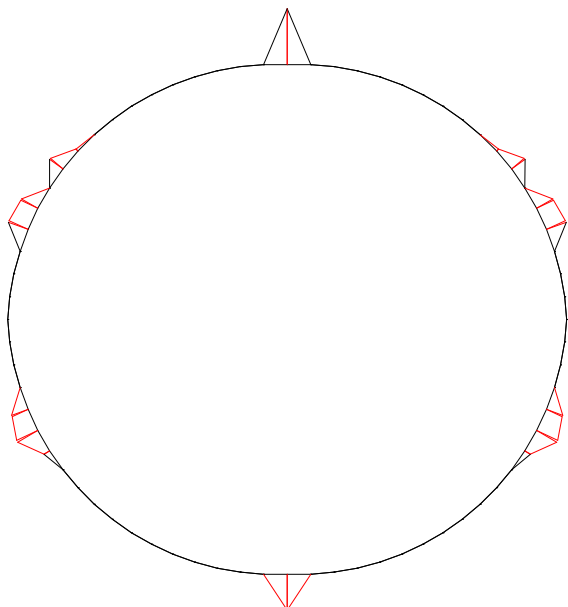
Wskazówka: Wielkosci przekroju z obciazen gamma i zwiazanych z nimi naprezen sa obliczane w systemie z odkształceniami wstepnymi, zbliżonymi do ksztaltu wyboczenia, nie liniowymi. W ten sposób potwierdza sie również statecznosc.

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

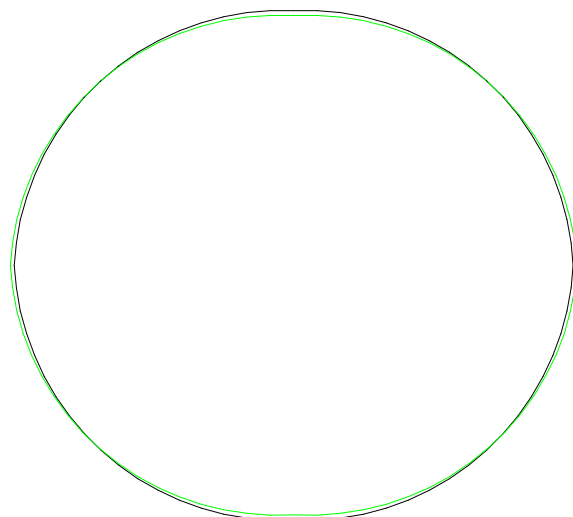
#### \* Wskazówka

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

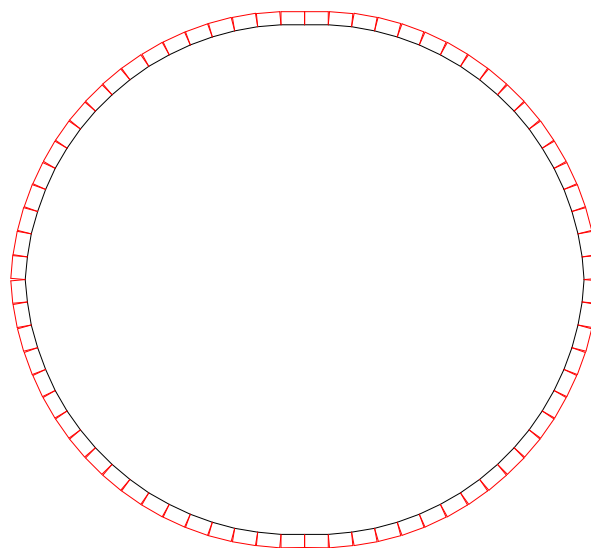
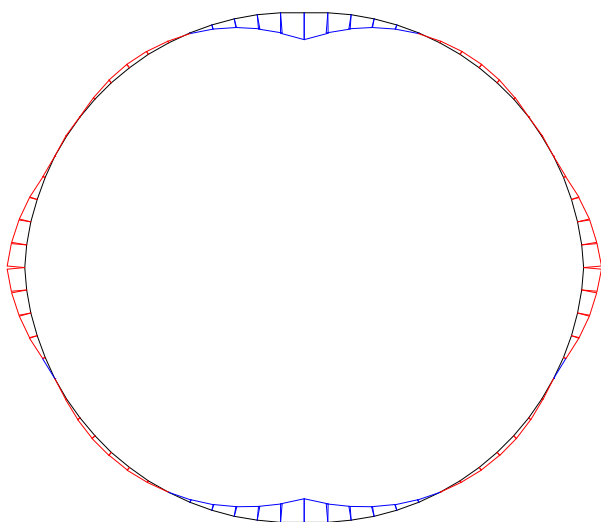
## Rekaw



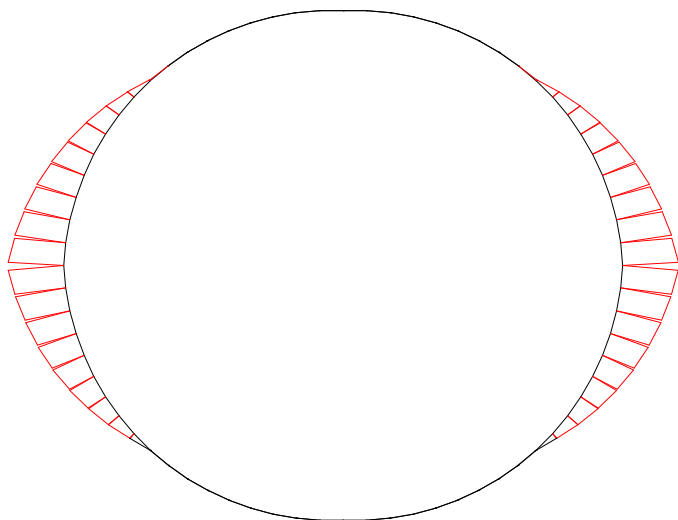
sily kontaktu, maks|K| = 24.332 N/cm  
M-liniowy, maks|M| = 165.12 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



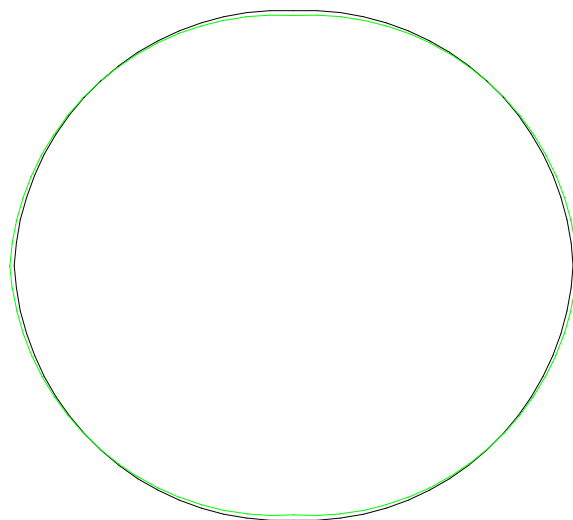
odkształcenie, maks|d| = .468 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks|N| = 187.9 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



## Stara rura



rodzaje starej rury, maks $|q_h^*|$  = 21.839 N/cm  
M-liniowy, maks $|M|$  = 165.12 Ncm/cm  
(z wartosc obliczeniowa)



odkształcenie, maks $|d|$  = .468 cm (nie pow.)  
N-liniowy, maks $|N|$  = 187.9 N/cm  
(z wartosc obliczeniowa)

