ZAŁĄCZNIK NR 1

Obliczenia technologiczne skrócone
(obliczenia pełne znajdują się w archiwum autorskim)

1. Bilans potrzeb wodnych.
Zapotrzebowania obliczeniowe cytuje się za opracowaniem pt. „Wariantowa analiza infrastruktury wodociągowej „Kręgi aut. „P plus P". Józefów, styczeń 2016 r.

1.1. Rozbiory wody.

1.1.1. Rozbiory obliczone na podstawie rocznego zużycia wody w 2015 r.
a/. Qr = - 98900 m3/rok,
b/. Odśr = - 325,0 m3/d.

1.1.2. Rozbiory obliczone na podstawie obserwacji PWiK Wyszków.
Wg. obserwacji PWiK Wyszków rozbiory dobowe przedstawiają się następująco:
a/. w miesiącach zimowych (minimalne): Qmin = 250,0 m3/d (4 miesiące),
b/. w miesiącach letnich (maksymalne): Qdmax = 850,0 m3/d (2 miesiące),
c/. w miesiącach pozostałych: Qd = 350,0 m3/d (6 miesięcy pozostałych).
Średnio: Qdśr = (4 x Qdmin + 3 x Qdmax + 5 x Qd) / 12 = (4 x 250,0 + 2 x 850,0 + 6 x 350,0) / 12 = 400,0 m3/d.
Nierównomierność dobowa: Nd = Qdmax / Qdśr = 850,0 / 400,0 = 2,13

1.2. Rozbiory obliczone na podstawie liczby użytkowników sieci wodociągowej.

1.2.1. Parametry obliczeniowe i zasada obliczeń.
Parametry obliczeniowe określono na podstawie opracowania „Zasady określania zapotrzebowania na wodę w wiejskich jednostkach osadniczych" („Gaz, Woda i Technika Sanitarna Nr 1/1992) uznając to opracowanie jako miarodajne dla rozpatrywanego zagadnienia.
a/. wskaźnik dobowych średnich potrzeb wodnych odniesiony do gospodarstwa obliczeniowego: q - 0,50 - 1,00 m3/Gxd,
b/. liczba gospodarstw obliczeniowych: G:
c/. współczynnik nierównomierności dobowej – lato (Nd): - 2,13
d/. współczynnik nierównomierności dobowej – pozostałe okresy (Nd): - 1,30
e/. współczynnik nierównomierności godzinowej – lato (przyjęto) Nh: - 1,88
f/. współczynnik nierównomierności godzinowej – pozostałe okresy Nh: - 1,20
g/. współczynnik uwzględniający straty wody (płukanie filtrów, wycieki z instalacji użytkowników): k1 = - 1,20
Zależności wiążące ww. wielkości (lato):
a/. Qdśr = G x q x k1 = G x 0,50 x 1,20 = 0,60 x G,
b/. Qdmax = G x q x (Nd + k1 - 1) = 0,50 x (2,13 + 1,20 – 1) x G = 1,17 x G,
c/. Qhmax = G x q x (Nd x Nh + k1 – 1) / 24 = 0,50 x (2,13 x 1,88 + 1,20 – 1) / 24 = 0,087 ~ 0,09 x G.
Zależności wiążące ww. wielkości (pozostałe okresy roku):
a/. Qdśr = G x q x k1 = G x 0,50 x 1,20 = 0,60 x G,
b/. Qdmax = G x q x (Nd + k1 - 1) = 0,50 x (1,30 + 1,20 – 1) x G = 0,75 x G,
c/. Qhmax = G x q x (Nd x Nh + k1 – 1) / 24 = 0,50 x (1,30 x 1,20 + 1,20 – 1) / 24 = 0,037 ~ 0,04 x G.
Przez gospodarstwo obliczeniowe rozumieć należy: posesję typu dom jednorodzinny, szeregowy, zagrodę lub mieszkanie.

Przyjęcie wskaźnika scalonych potrzeb jednostkowych q = 0,50 m3/Gxd sytuujący potrzeby te jako dolne wg. przedziału (0,5 – 1,0 m3/Gxd) uzasadnia się kryteriami standardu wyposażenia gospodarstw w urządzenia wod-kan, dostępem gospodarstw do urządzeń przygotowujących ciepłą wodę oraz ogólną tendencją do zmniejszania zużycia wody w funkcji wzrostu opłat za wodę.

Współczynnik nierównomierności godzinowej (Nh) dla lata obliczono z obserwowanej zależności: Nd x Nh ~ 4,00.

1.2.2. Liczba odbiorców i gospodarstw obliczeniowych.

W świetle cytowanego opracowania przyjęto liczbę użytkowników sieci wodociągowej w perspektywie na poziomie: M = 2900 osób.

Liczbę gospodarstw obliczeniowych określono wg. wskaźnika: k2 = 3,20 osoby/gosp. G = M / k2 = 2900 / 3,20 = 906 ~ 900 gosp. obliczeniowych.

Liczba G = 900 gosp. obl. obejmuje miejscowości Gulczewo, Kręgi, Kręgi Nowe, Olszanka, Rybno, Sitno, Tulewo i Tulewo Górne.

W świetle cytowanego opracowania przewiduje się - jako miarodajną do określenia rozbiorów sytuację, że w okresie letnim odbiorcy będą zasilani wyłącznie z SW „Kręgi"; z wyłączeniem zasilania odbiorców w Olszance i Sitnie (ze względu na niekorzystny rozkład ciśnień).

W przypadku zasilenia z SW „Kręgi" z wyłączeniem Olszanki i Sitna. G = 906 – (408 + 195) / 3,20 = 906 - 188 = 718 ~ 720 gosp. obl.

W przypadku gospodarstw zasilanych w Gulczewie przyjęto dla potrzeb niniejszego opracowania założenie, że 100% odbiorców w Gulczewie stanowią użytkownicy sezonowi budownictwa letniskowego: G1 = 521 / 3,20 = 163 ~ 160 gosp. obl.

1.2.3. Zapotrzebowania obliczeniowe (aktualnie).

1.2.3.1. Rozbiory w lecie.

a/. Qdśr = 0,60 x G = 0,60 x 720 = 432,0 ~ 430,0 m3/d,
b/. Qdmax = 1,17 x G = 1,17 x 720 = 842,0 ~ 840,0 m3/d,
c/. Qhmax = 0,09 x G = 0,09 x 720 = 64,8 ~ 65,0 m3/h,
d/. Qhmin = 10% Qdmax = 0,10 x 840,0 = 8,4 ~ 9,0 m3/h.

1.2.3.2. Rozbiory poza latem.

a/. Qdśr = 0,60 x (G – G1) = 0,60 x (720 – 160) = 336,0 ~ 340,0 m3/d,
b/. Qdmax = 0,75 x (G – G1) = 0,75 x (720 – 160) = 420,0 m3/d,
c/. Qhmax = 0,04 x (G – G1) = 0,04 x (720 – 160) = 22,2 ~ 22,0 m3/h,
d/. Qhmin = 0,5% x Qdmax = 0,005 x 420,0 = 2,2 m3/h.

1.2.4. Zapotrzebowania obliczeniowe (w perspektywie).

Jako podstawę do określenia zapotrzebowania wody w perspektywie przyjęto wzrost o 100% zabudowy letniskowej w Gulczewie tj. ze 160 gosp. obl. do G1 = 320.

Razem: G = 720 - 160 + 320 = 880 gosp. obl. Razem: M = 880 x 3,20 = 2816 ~ 2800 odbiorców.

Obliczenia odniesiono wyłącznie do pory letniej.

1.2.4.1. Rozbiory w lecie.

a/. Qdśr = 0,60 x G = 0,60 x 880 = 528,0 ~ 530,0 m3/d,
b/. Qdmax = 1,17 x 880 = 1030,0 m3/d,
c/. Qhmax = 0,09 x 880 = 79,2 ~ 80,0 m3/h.
d/. Qhmaxmax = 1,25 x 80,0 = 100,0 m3/h.

Gdyby zapotrzebowania godzinowe wyniosły Qhmaxmax wówczas odpowiadające im zapotrzebowania dobowe średnie i maksymalne wyniosą odpowiednio:
a/. Qdśr = 0,60 x Qhmaxmax / 0,09 = 0,60 x 100,0 / 0,09 = 667,0 ~ 670,0 m3/d,
b/. Qdmax = 1,17 x Qhmaxmax / 0,09 = 1,17 x 100,0 / 0,09 = 1300,0 m3/d.

1.2.5. Zapotrzebowania obliczeniowe kierunkowo.

Zapotrzebowania kierunkowe odniesione w cytowanym opracowaniu do maksymalnej wydajności dobowej ujęcia: Qd = 24 x 70,0 = 1680,0 m3/d odpowiadać będą liczbie gospodarstw obliczeniowych: G = 1680,0 / 1,17 = 1436 ~ 1400 gosp. obl oraz M = 1400 x 3,20 = 4480 ~ 4500 tys. odbiorców.

Powyższe ilości odbiorców odpowiadać będą potrzebom:
a/. Qdśr = 0,60 x 1440 = 864 ~ 860,0 m3/d,
b/. Qdmax = 1,17 x 1440 = 1685 ~ 1700,0 m3/d,
c/. Qhmax = 0,09 x 1440 = 129,6 ~ 130,0 m3/h.

Aktualna liczba odbiorców (bez Olszanki i Sitna) wynosi: M = 2289 ~ 2300 odbiorców.

1.3. Rozbiory obliczeniowe.

a/. Qdśr =	670,0 m3/d,
b/. Qdmax =	1300,0 m3/d,
c/. Qhmax =	80,0 m3/h.
d/. Qhmaxmax =	100,0 m3/h,
e/. Qhmin =	2,2 m3/h.

1.4. Zapotrzebowanie na cele ppoż.

W świetle prognozy ludnościowej przeprowadzonej w cytowanym opracowaniu stwierdza się, że bez względu na horyzont czasowy ludność w obszarze zasilania przynależna do infrastruktury „Kręgi" wyniesie nie więcej niż 5 tys.

Obszar zasilania uzbrojony jest w sieć wodociągową rozdzielczą wybudowaną w większości w okresie obowiązywania nieaktualnej normy ppoż z 1972 r. (PN-71/B/02864) – w celu określenia parametrów ppoż uwzględnia się kryteria Rozdziału 3 par. 3.1. p. 3 Rozp. MSWiA z dnia 24.07.2009 r. ustalające, że wodociąg stanowiący źródło wody w jednostce osadniczej o liczbie ludności do 2000 mieszk. powinien zapewnić wydajność nie mniejszą niż 5 l/s przy ciśnieniu na hydrancie zewnętrznym nie mniejszym niż 0,10 MPa. Powyższe jest zgodne z ustaleniami przywołanej normy w odniesieniu do jednostek osadniczych o liczbie mieszkańców < 2 tys.

Objęte obszarem zasilania wydzielone jednostki osadnicze liczą nie więcej niż 2 tys. ludności (najwięcej w Rybnie – 672 mieszk)

Dla jednostki osadniczej o liczbie mieszkańców < 2 tys. potrzeby w świetle ww. rozporządzenia określa się na: Qpoż = 5,0 l/s = 18,0 m3/h lub zapas wody w zbiorniku wyrównawczym Vpoż = 50 m3.

2. Projektowany schemat technologiczny SW i instalacje sanitarne.

Schemat technologiczny SW:
a/. pompowanie dwustopniowe z pojemnością wyrównawczą,
c/. napowietrzanie pojemnościowe wody surowej sprężonym powietrzem,
b/. uzdatnianie szeregowo równoległe,
d/. okresową dezynfekcję związkami chloru,
e/. oczyszczanie grawitacyjne ścieków z płukania filtrów.

Instalacje sanitarne:
a/. ogrzewanie elektryczne,
b/. wentylacja mechaniczna w węźle chlorowania,

c/. wentylacja hybrydowa w hali technologicznej,
d/. osuszanie powietrza w hali technologicznej.

3. Pompownia I stopnia.

3.1. Wydajności obliczeniowe.

Przyjęto dwie wydajności obliczeniowe pompowni I stopnia:
a/. QpI = 60,0 m3/h w przypadku filtracji szeregowej (dwustopniowej),
b/. QpI = 90,0 m3/h w przypadku filtracji równoległej (jednostopniowej).

Wydajność godzinowa: QpI = 90,0 m3/h jest prawnie ustanowioną wydajnością eksploatacyjna ujęcia.

Wydajność dobowa ujęcia obliczona dla czasu pracy SW: T = 22 god/dobę):
a/. dla QpI = 60,0 m3/h: Qd = 22 x 60,0 = 1320,0 m3/d,
b/. dla QpI = 90,0 m3/h: Qd = 22 x 90,0 = 1980,0 m3/d.

3.2. Wymagana wysokość podnoszenia.

W Zał. Nr 1.1. przeprowadzono obliczenia hydrauliczne na trasie: studnie – zbiornik wyrównawczy w warunkach pracy ujęcia z wydajnościami wg. p. 3.1.
a/. QpI = 60,0 m3/h, gdy pracować będzie jedna (dowolna) ze studzien,
b/. QpI = 90,0 m3/h, gdy pracować będą studnie z wydajnością: QpI = 45,0 m3/h każda.

Ww. obciążenia ujęcia traktowane są jako obliczeniowe obciążenia godzinowe technologii uzdatniania (Qth).

Obliczenia przeprowadzono z uwzględnieniem:
a/. rezerwy: hr = 15,00 msw w przypadku a/. oraz: hr = 12,00 msw w przypadku b/.
b/. zwierciadeł statycznych i dynamicznych wody w studniach wg. archiwalnej dokumentacji hydrogeologicznej,
c/. maksymalnego napełnienia zbiornika wyrównawczego.

Wymagane wysokości podnoszenia wyniosą:
a/. dla QpI = 60,0 m3/h: Hpmin = 32,80 msw,
b/. dla QpI = 90,0 m3/h: Hpmin = 29,90 msw,

3.3. Dobór pomp.

Przyjęto:
pompę Hydro-Vacuum typ GC. 5.03. (lub równoważną) – po 1 szt w każdej ze studzien. Charakterystyka nominalna (Załącznik Nr 1.2): Qn = 50,0 m3/h, Hn = 45,0 msw, Nn (moc silnika) = 11,0 kW. Kryteria równoważności wg. Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót (STWiOR).

3.4. Ciśnienie statyczne w SW.

W Zał. Nr 1.1. przeprowadzono obliczenie hydrauliczne w warunkach pracy pomp z wydajnością QpI = 0,0 m3/h co odpowiada zamknięciu zasuwy na wyjściu z SW. Ciśnienie maksymalne w instalacji technologicznej wyniesie: Hmax = 56,00 msw.

4. Technologia uzdatniania.

4.1. Filtry.

Liczbę jednostek filtracyjnych I i II stopnia uzdatniania ustalono na podstawie parametru prędkości filtracji, którego uzasadnione wielkości określono na podstawie

dotychczasowej praktyki eksploatacyjnej. Obliczeniowe prędkości filtracji: robocza - vf = 10,0 m/h, maksymalna - vf = 12,5 m/h.

4.1.1. Dobór filtru.

Przewiduje się jeden zespół filtrów Fe i Mn.

Powierzchnia jednostkowa filtracji: Fj = 3,14 x 0,25 x 2,50 x 2,50 = 4,90 m2.

Powierzchnia dyspozycyjna filtracji:

a/. układ szeregowy: Fdysp = Fj = 4,90 m2,

b/. układ równoległy: Fdysp = 2 x Fj = 9,80 m2.

Przyjęto:

filtr Eurowater typ TFB 75 (lub równoważny) – 2 szt. Średnica 250cm. Ciśnienie robocze filtru: Pn = 0,67 MPa. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

4.1.2. Prędkości filtracji:

a/. dla Qth = 60,0 m3/h: vf = Qth / Fdysp = 60,0 / 4,90 = 12,2 m/h,

b/. dla Qth = 90,0 m3/h: vf = 90,0 / 9,80 = 9,2 m/h.

Obciążenie godzinowe dla prędkości uznanej za maksymalną (vfmax = 15,0 m/h) wyniesie:

a/. dla układu szeregowego: Qth = vfmax x Fdysp = 15,0 x 4,90 = 73,5 m3/h,

b/. dla układu równoległego: Qth = 15,0 x 9,80 = 147,0 m3/h.

4.1.3. Dyspozycyjne wydajności dobowe dla czasu pracy technologii uzdatniania T = 22 godz/d:

a/. dla Qth = 60,0 m3/h: Qd = 22 x 60,0 = 1320,0 m3/d,

b/. dla Qth = 90,0 m3/h: Qd = 22 x 90,0 = 1980,0 m3/d.

4.2. Węzeł napowietrzania wody surowej.

4.2.1. Dobór aeratora.

Minimalną pojemność czynną aeratora obliczono dla czasu kontaktu wody surowej z powietrzem Tk = 5 miniut. Pojemności:

a/. czynna: Vcz = 3,0 m3,

c/. całkowita: Vc = 4,0 m3.

Przyjęto:

aerator objętościowy Unitex typ A1400/130 śr. 140 cm i poj. całkowitej 3,9 m3 (lub równoważny) – 1 szt. Urządzenie w wykonaniu ciśnieniowym Pmax = 0,6 MPa. Krytera równoważności wg. STWiOR.

Czas kontaktu wyniesie:

a/. dla Qth = 60,0 m3/h: tk = 3,9 min,

b/. dla Qth = 90,0 m3/h: tk = 2,6 min.

4.2.2. Dobór sprężarki powietrza.

Potrzeby powietrza wyniosą: Qpow = 15% Qth = 0,15 x 60,0 = 9,0 m3/h.

Przyjęto:

sprężarkę Kaeser typ SXC3 (lub równoważną) – 2 szt. Charakterystyka nominalna: Qn = 20,4 m3/h, Hn = 0,8 MPa, Nn (moc silnika) = 2,2 kW każda. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

Ww. wydajność jednej sprężarki osiągana jest w warunkach ciśnienia 0,1 – 0,8 MPa.

Sprężarki pracować będą na zasadzie pompowni hydroforowej.

4.2.3. Pojemność hydroforowa sprężonego powietrza.

Przyjęto:

zbiornik sprężonego powietrza Unitex typ ZP-08/800 (lub równoważny) – 1 szt. Pojemność zbiornika – 0,9 m3. Urządzenie w wykonaniu ciśnieniowym 1,0 MPa. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

Zbiornik będzie uzupełniany w cyklu pracy sprężarki określonym nadciśnieniami pracy 0,30 – 0,75 MPa.

4.3. Pompownia płuczna.

4.3.1. Parametry technologiczne procesu płukania.

a/. prędkość płukania wodą: vpł1 = 40,0 m/h,
b/. prędkość płukania powietrzem: vpł2 = 60,0 m/h,
c/. czas płukania powietrzem: Tp1 = 2 min,
d/. czas płukania wodą: Tp2 = 8 min,
e/. medium płuczące: woda uzdatniona i sprężone powietrze,
f/. ilość wody niezbędna do płukania: Vpł = 26,0 m3/płukanie,
g/. wydajność pompy płucznej: Qpłw = Fj x vpł1 = 4,90 x 40,0 = 196,0 m3/h,
h/. wydajność dmuchawy powietrza: Qpłpow = Fj x vpł2 = 4,90 x 60,0 = 294,0 m3/h,
i/. ciśnienie wody do płukania: Hwpł = 12,0 msw,
j/. ciśnienie powietrza do płukania: Hpowpł = 0,05 MPa.

Przyjęto:

pompę Grundfos typ TPD 150-160/4 (lub równoważną) – 1 szt. Charakterystyka nominalna: Qn = 220,0 m3/h, Hn = 11,60 msw, Nn (moc silnika) = 11,0 kW. Pompa jest urządzeniem z podwójnym silnikiem. Pracuje jeden silnik. Drugi pełni funkcję rezerwową. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

Przyjęto:

dmuchawę powietrza Kaeser typ BB69 (lub równoważną) – 1 szt. Charakterystyka nominalna: Qn = 350,0 m3/h, Hn = 0,10 MPa, Nn = 15,0 kW. Kryteria równoważności wg. STWiOR

4.4. Zabezpieczenie urządzeń ciśnieniowych.

Ciśnienia nominalne urządzeń ciśnieniowych:

a/. aerator: Pn = 0,6 MPa,
b/. filtr: Pn = 0,67 MPa.

Ciśnienie wymagające zabezpieczenia: Pmax = 0,6 MPa.

4.4.1. Zabezpieczenie od strony sprężarki powietrza.

Podstawa analizy - PN-82/M-74101. Zawory bezpieczeństwa. Wymagania i badania. Źródłem powietrza są dwie sprężarki o wydajności: Q = 2 x 20,4 = 40,8 m3/h. Ww. wydajność osiągana jest w warunkach ciśnienia 0,1 – 0,8 MPa.

Qmax = 0,05 kg/s.

Parametry reakcji zaworu.

a/. wydajność obliczeniowa źródła ciśnienia przy ciśnieniu otwarcia: Q = 0,05 kg/s,
b/. ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa: Pr = 0,60 MPa,
c/. ciśnienie na wylocie z zaworu bezpieczeństwa: P2 = 0,10 MPa.

Przyjęto:

zawór bezpieczeństwa pełnoskokowy sprężynowy kątowy gwintowany typ 775 Dn25/40 Pn = 1,6 MPa. Charakterystyka konstrukcyjna zaworu: do = 2,0 x 10^{-2} m, a_r = 0,36. Fdysp = 3,14 x 0,25 x 0,02 x 0,02 = 3,14 x 10^{-4} m2. Sprężyna na ciśnienia otwarcia 0,6 – 0,8 MPa.

Fdysp > Fw.

4.4.2. Zabezpieczenie od strony pompowni I stopnia.

Porównując maksymalne ciśnienie jakie wystąpi w instalacji (Hpmax = 0,54 MPa) z nominalnymi ciśnieniami filtra (0,67 MPa) i aeratora (0,6 MPa) stwierdza się, że nie jest wymagane zabezpieczanie ww. urządzeń przed wzrostem ciśnienia.

5. Pompownia II stopnia.

5.1. Wymagana wydajność.

Wydajność wymagana: QpII = 1,25 x Qhmax = 1,25 x 100,0 = 125,0 ~ 130,0 m3/h.

5.2. Wymagana wysokość podnoszenia.

Minimalną wysokość podnoszenia określono za opracowaniem pt. „Wariantowa analiza infrastruktury wodociągowej „Kręgi aut. „P plus P". Józefów, styczeń 2016 r.

Przyjęto, że:

a/. minimalne ciśnienie węzłowe nie powinno być mniejsze niż 25,00 msw,
b/. minimalne ciśnienie ppoż nie powinno być mniejsze niż 10,00 msw,
c/. maksymalne ciśnienie nie powinno być większe niż 50,00 msw,
d/. ciśnienie nie powinno być większe niż 60,00 msw w warunkach otwarcia zaworu bezpieczeństwa.

Wysokości podnoszenia wymagane w warunkach:

a/. w warunkach normalnych rozbioru QpII = 100,0 m3/h : Hpmin = 30,60 msw,
b/. w warunkach rozbioru Qpoż = 18,0 m3/h: Hpmin = 35,30 msw.

Przyjęto wysokość podnoszenia z uwzględnieniem 5,00 msw na straty na pompach i kolektorach oraz w warunkach uśrednionego poziomu wody w zbiorniku wyrównawczym: Hpśr = 42,50 msw.

5.3. Dobór pomp.

Przyjęto:

pompownię automatyczną Grundfos typ Hydro MPC-E 6 CRIE 15-3 (lub równoważną) na bazie jednostki pompowej Grundfos typ CRIE 15-3 – 1 kpl. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

Jedna z pomp jest pompą rezerwową na zasadzie tzw. rezerwy roboczej. Pompownia sterowana w funkcji obrotów w warunkach zadanego ciśnienia dyspozycyjnego na wyjściu.

Pompownia będzie pracować z wydajnościami i na poziomie charakterystyk (Zał. Nr 1.3) w warunkach pracy:

a/. 1 pompy (rozbiory nocne): QpII = 2,0 m3/h (poziom 84%),
b/. 1 pompy (rozbiory poza okresem letnim - aktualnie): QpII = 22,0 m3/h (poziom 97%),
c/. 3 pomp (rozbiory w okresie letnim – aktualnie): QpII = 65,0 m3/h (poziom 97%),
d/. 5 pomp (rozbiory w okresie letnim – w perspektywie): QpII = 100,0 m3/h (poziom 95%),
e/. 6 pomp (praca 100% pomp): QII = 130,0 m3/h (poziom 97%).

Pobory mocy przy w warunkach:

a/. wg. a/. P = 1,0 kW,
b/. wg. b/. P = 3,5 kW,
c/. wg. c/. P = 10,4 kW,
d/. wg. d/. P = 16,0 kW,
e/. wg. e/. P = 20,9 kW.

5.4. Ciśnienia w wyniku awarii przetwornic obrotów.

Jak wynika z Zał. Nr 1.3 – w wyniku awarii przetwornic obrotów mogą wystąpić

(w węzłach, położonych najniżej i najbliżej SW) ciśnienia większe niż 55,00 msw. Ciśnienia te odpowiadają wysokości podnoszenia: Hp = 50,00 msw i wydajności: QpII = 117,0 m3/h.

W związku z powyższym wymagane jest zainstalowanie zaworu bezpieczeństwa.

5.5. Dobór zaworu bezpieczeństwa.

Wielkość zaworu bezpieczeństwa określono dla następujących parametrów:

a/. wydajność obliczeniowa źródła ciśnienia przy ciśnieniu otwarcia 0,55 MPa: Qpmax = 117,0 m3/h = 32,5 kg/s,

b/. ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa - 0,55 MPa,

c/. ciśnienie na wylocie z zaworu bezpieczeństwa - 0,00 MPa.

Przyjęto:

zawór bezpieczeństwa sprężynowy pełnoskokowy typ Si 6301 wg. Katalogu Armatury Przemysłowej Nr kat. 779. Zawór Dn 100/150 ze średnicą króćca wlotowego do = 77 mm. Fdysp = 3,14 x 0,25 x 0,077 x 0,077 = 46,5 x 10^{-4} m^2. Sprężyna dla ciśnień 0,48 – 0,63 MPa.

5.6. Dobór zbiornika hydroforowego.

Pojemność czynną zbiornika hydroforowego obliczono dla liczby cykli pracy n = = 300/dobę i 6/godzinę oraz dla wydajności nominalnej pompy CR 15 wynoszącej Qpn = 17,0 m3/h.

Cykl pracy T wyniesie: T = 10 minut. Vczmin = 0,71 m3.

Przyjęto:

zbiornik hydroforowy Refix DT5/1000 (lub równoważny) o wytrzymałości nominalnej 1,6 MPa i o poj. całkowitej 1,3 m3 – 1 szt. Kryteria równoważności wg. STWiOR

6. Zbiornik wyrównawczy.

Na pojemność czynną (Vcz) zbiornika wyrównawczego składają się nw. pojemności:

a/. wyrównawcza: Vw,

b/. zapas wody do płukania filtrów: Vpł,

c/. zapas ppoż: Vpoż.

Vcz = Vw + Vpł + Vpoż.

6.1. Pojemność wyrównawcza wody uzdatnionej.

Wymagana pojemność wyrównawcza określona została w opracowaniu pt. „Wariantowa analiza infrastruktury wodociągowej „Kręgi aut. „P plus P". Józefów, styczeń 2016 r. jako 20% Qd. Z uwagi na mogące wystąpić w okresach letnich niemożliwe do oceny szczyty godzinowe przyjęto w okresach letnich (w perspektywie) pojemność wyrównawczą jako 30% Qdmax. Pojemności wyrównawcze wyniosą:

a/. aktualnie (poza okresem letnim): Vw = 20% Qdmax = 0,20 x 420,0 = 84,0 m3,

b/. aktualnie (w okresie letnim): Vw = 0,30 x 840,0 = 252,0 m3,

c/. w perspektywie: Vw = 0,20 x 1030,0 = 206,0 m3,

d/. kierunkowo: Vw = 0,20 x 1300,0 = 260,0 m3.

6.2. Wymagany zapas wody do płukania filtrów.

Przewiduje się zapas wody zapewniający płukanie w ciągu doby 2 filtrów: Vpł = 2 x 26,0 = 52,0 m3.

6.3. Pożądany zapas ppoż.

W świetle p. 1.4: Vpoż = 50 m3.

6.4. Wymagana pojemność czynna.

a/. aktualnie (poza okresem letnim): Vcz = 84,0 + 52,0 + 50,0 = 186,0 m3,
b/. aktualnie (w okresie letnim): Vcz = 252,0 + 52,0 + 50,0 = 354,0 m3,
c/. w perspektywie: Vcz = 206,0 + 52,0 + 50,0 = 307,0 m3,
d/. kierunkowo: Vcz = 260,0 + 52,0 + 50,0 = 362,0 m3.

6.5. Rozmiary zbiornika wyrównawczego.

Przyjęto:

zbiornik wolnostojący kołowy dwukomorowy o średnicy wewnętrznej 12,00 m, wysokości wewn. 5,79 m i powierzchni wewnętrznej: Fdysp = 3,14 x 0,25 x 12,00 x 12,00 = 113,0 m2. Pojemności charakterystyczne zbiornika (wg. Rys. Nr 17S):

a/. martwa górna: Vmg = 78,0 m3,
b/. wyrównawcza: Vw = 315,0 m3,
c/. zapas poż: Vpoż = 50,0 m3,
d/. zapas do płukania filtrów: Vpł = 52,0 m3,
e/. martwa dolna: Vmd = 128,0 m3,
f/. całkowita: Vc = 623,0 m3.

W tym pojemność czynna: Vcz = Vw + Vpł + Vpoż = 315,0 + 52,0 + 50,0 = 417,0 m3.

Pojemność czynna jednej komory: Vcz = 417,0 / 2 = 209,0 m3. Aktualnie - poza okresem letnim zbiornik może być eksploatowany w oparciu o jedną komorę.

6.6. Zapas wody dla potrzeb reakcji z NaOCl.

Dla potrzeb kontaktu wody uzdatnionej z NaOCl wymagany jest czas przynajmniej 1 godziny. Wobec maksymalnej wydajności pompowni II stopnia: QpII = 100,0 m3/h czas ten będzie zachowany w sytuacjach, gdy w zbiorniku będzie nie mniej niż 100,0 m3 wody. Pojemność martwa dolna: Vmd = 128,0 m3 czyni zadość potrzebom.

7. Gospodarka ściekami z płukania filtrów.

Częstotliwość płukania filtrów określono dla okresu perspektywicznego:

a/. Qdśr = 530,0 m3/d i Qdmax = 1030,0 m3/d,
b/. obciążenia ładunkiem zawiesin filtru I stopnia: A1 = 1,00 kg/m2,
c/. obciążenia ładunkiem zawiesin filtru II stopnia: A2 = 0,50 kg/m2,
d/. stężenia Fe w wodzie surowej: ZFep = 0,30 mg/l,
e/. stężenia Mn w wodzie surowej: ZMnp = 0,10 mg/l,
f/. stężenia Fe w wodzie uzdatnionej: ZFek = 0,00 mg/l,
g/. stężenia Mn w wodzie uzdatnionej: ZMnk = 0,00 mg/l.
h/. powierzchnia czynna filtracji: Fj = 4,90 m2,
i/. liczba filtrów I stopnia: nI = 1 filtr,
j/. liczba filtrów II stopnia: nII = 1 filtr.

7.1. Dopuszczalne obciążenia technologii uzdatniania ładunkami Fe i Mn.

7.1.1. I stopień filtracji.

Dopuszczalne obciążenie złoża jednego filtru zawiesinami Fe:

A = 4,9 kg/cykl pracy.

Obciążenie dobowe jednego filtru:

a/. AQdśr = = 0,3 kg/d.
b/. AQdmax = 0,6 kg/d,
c/. średnio: Adśr = 0,5 kg/d.

7.1.2. II stopień filtracji.

Dopuszczalne obciążenie złoża jednego filtru zawiesinami Mn:

A = 2,5 kg/cykl pracy.

Obciążenie dobowe jednego filtru:

a/. AQdśr = 0,1 kg/d.

b/. AQdmax = 0,2 kg/d,

c/. średnio: Adśr = 0,2 kg/d.

7.2. Częstotliwość płukań filtrów i liczba płukanych filtrów w ciągu doby.

7.2.1. I stopień filtracji.

k1 = A/Adśr = 4,9 / 0,3 = 16,3 ~ co 2 tygodnie w dobie potrzeb średnich,

k1 = A/Admax = 4,9 / 0,6 = 8,1 ~ co 1 tydzień w dobie potrzeb maksymalnych.

Przyjęto, że niezależnie od obciążeń dobowych filtr będzie płukany co 1 tydzień.

7.2.2 II stopień filtracji.

k1 = A/Adśr = 2,5 / 0,1 = 25 ~ co 4 tygodnie w dobie potrzeb średnich.

k1 = A/Admax = 2,5 / 0,2 = 12,5 ~ co 2 tygodnie w dobie potrzeb maksymalnych.

Przyjęto, że niezależnie od obciążeń dobowych filtr będzie płukany co 2 tygodnie.

7.2.3. Liczba płukanych filtrów w ciągu doby.

Maksymalną liczbę filtrów płukanych w ciągu doby ustalono na 2 filtry/dobę.

7.3. Ładunki i stężenia Fe i Mn w ściekach po osadniku.

Ładunki i stężenia Fe i Mn obliczono dla Fe dwuwartościowego, Mn duwartościowego oraz zawiesiny tworzonej przez Fe trójwartościowy i Mn czterowartościowy. Ładunki i stężenia Fe i Mn w ściekach po osadniku obliczono przy założeniu, że efekt zatrzymania zawiesin w osadniku po czasie T = 1 doba wyniesie k2 = 95%. Rozbiory dobowe średnie.

7.3.1. Ładunek Fe.

Ładunek Fe w ściekach z płukania filtru:

Ł1 = 3500,0 g/płukanie.

Stężenie Fe w ściekach z płukania:

Sd = 134,6 g/m3.

Ładunek Fe w ściekach po osadniku:

Ł2 = 175,0 g/płukanie.

Stężenie Fe w ściekach po osadniku:

So = 6,7 g/m3 < 10,0 g/m3.

Ładunek zawiesiny Fe w ściekach z płukania filtru:

Ł1 = 6650,0 g/płukanie.

Stężenie zawiesiny Fe w ściekach z płukania:

Sd = 255,8 g/m3.

Ładunek zawiesiny Fe w ściekach po osadniku:

Ł2 = 332,0 g/płukanie.

Stężenie zawiesiny Fe w ściekach po osadniku:

So = 12,8 g/m3 < 35,0 g/m3.

7.3.2. Ładunek Mn.

Ładunek Mn w ściekach z płukania filtru:

Ł1 = 2800,0 g/płukanie.

Stężenie Mn w ściekach z płukania:

Sd = 107,7 g/m3.
Ładunek Mn w ściekach po osadniku:
Ł2 = 140,0 g/płukanie.
Stężenie Mn w ściekach po osadniku:
So = 5,4 g/m3.
Ładunek zawiesiny Mn w ściekach z płukania filtru:
Ł1 = 4200,0 g/płukanie.
Stężenie zawiesiny Mn w ściekach z płukania:
Sd = 161,5 g/m3.
Ładunek zawiesiny Mn w ściekach po osadniku:
Ł2 = 210,0 g/płukanie.
Stężenie zawiesiny Mn w ściekach po osadniku:
So = 8,1 g/m3 < 35,0 g/m3.

7.4. Ilości dobowe ścieków z płukania filtrów.

Łącznie w skali doby płukań powstawać będą nw. ilości ścieków:

a/. średnio w skali doby: V = 1 x 26,0 = - 26,0 m3/d,
b/. maksymalnie w skali doby: V = 2 x 26,0 = - 52,0 m3/d.

7.5. Ilości dobowe osadów.

Zagęszczenie osadów po czasie zatrzymania T = 1 doba wyniesie: Z = 90%.
Objętość osadu z płukania jednego filtru Fe wyniesie: Vospł = 0,06 m3/płukanie.
Objętość osadu z płukania jednego filtru Mn wyniesie: Vos = 0,04 m3/płukanie.
Ilość miesięczna osadu wyniesie: Vosm = 4 x 0,06 + 2 x 0,04 = 0,32 m3.
Ilość roczna osadu wyniesie; Vosr = 12 x 0,32 = 3,8 m3.

7.6. Osadnik na ścieki technologiczne z płukania filtrów.

Zaprojektowano osadnik dwukomorowy z kręgów o śr. 350cm i o objętościach:

a/. czynnej: Vcz = 52,0 m3,
b/. osadowej: Vo = 6,0 m3,
c/. całkowitej: Vc = 77,0 m3.

Pojemność osadowa będzie opróżniana co: t = 6,0 / 3,8 = 1,5 roku.

7.7. Pompownia ścieków oczyszczonych.

Przyjęto:

pompę Hydro-Vacuum typ FZA.1.01/0,55-1f (lub równoważną) – 1 szt. o charakterystyce nominalnej: Qn = 10,0 m3/h, Hpn = 11,0 msw, Nsn = 0,5 kW. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

Pompa będzie opróżniała osadnik porcjami Vd = 30,0 m3 w ciągu doby.

8. Osuszanie powietrza.

8.1. Kubatura osuszana.

V = 141,00 x 4,18 + 11,60 x 2,92 = 623,3 m3.

8.2. Ilość wody do odebrania z powietrza w pomieszczeniach osuszanych.

Parametry obliczeniowe:

a/. temperatura średnia wody w instalacji technologicznej (twśr) - 8 stp C,
b/. wilgotność bezwzględna powietrza przy której wystąpi wykraplanie wody z powietrza przy tpśr (Xw) - 6,5 g/kg,
c/. temperatura średnia powietrza zewnętrznego w okresie letnim (tpśr) - 25 stp C,
d/. wilgotność względna powietrza zewnętrznego w okresie letnim (RH) - 60%,

e/. ilość wymian powietrza - 0,5 w/h.

Odczytana dla ww. parametrów wilgotność bezwzględna powietrza zewnętrznego wyniesie X = 12,0 g/kg.

Założona wilgotność bezwzględna powietrza w pomieszczeniach osuszanych X1 = 6,0 g/kg.

Ilość wody do odebrania z powietrza: G = 2,2 kg/h.

8.3. Dobór osuszacza.

Przyjęto:

Osuszacz powietrza Lewaco BDHM 46R (lub równoważny) – 1 szt. Charakterystyka urządzenia: Q = 4,6 kg/h, V1 = 1000,0 m3/h (powietrze suche), V2 = 250,0 m3/h (powietrze wilgotne), Pmax = 6,0 kW. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

8.4. Dezynfekcja NaOCl.

Przewidywane zapotrzebowanie godzinowe NaOCl określono w warunkach:

a/. zapotrzebowanie wody na chlor: d = 0,3 mg/l (0,3 g/m3),
b/. wydajność technologii uzdatniania: Qobl = 70,0 i 90,0 m3/h (przyjęto 70,0 m3/h),
c/. stężenie roztworu roboczego: Zr = 1,0% (10,0 g/l).

Zapotrzebowanie wolnego chloru i roztworu dezynfekującego:

a/. godzinowe wolnego chloru (Qobl = 70,0 m3/h): Gh = 0,021 kg/h,
b/. dobowe wolnego chloru w dobie średniej (Qdśr = 670,0 m3/d): Gdśr = 0,20 kg/d,
c/. dobowe wolnego chloru w dobie maksymalnej (Qdmax = 1300,0 m3/d): Gdmax = 0,39 kg/d,
d/. godzinowe roztworu 1,0%: Grg = 2,0 l/h,
e/. dobowe roztworu 1,0% w dobie średniej: Grdśr = 19,0 l/d,
f/. dobowe roztworu 1,0% w dobie maksymalnej: Grdmax = 37,0 l/d.

8.4.1. Pompa dozująca.

Przyjęto:

pompę membranową Grundfos typ DDC 15-4 (lub równoważną) – 1 szt o charakterrystyce: Qpmax = 15,0 l/h Hp = 0,4 MPa, Ns = 22 W. Pompa montowana na zbiorniku PP o poj. 100 dm3. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

9. Ogrzewanie.

9.1. Bilans ciepła.

Wskaźniki jednostkowych strat ciepła wynoszą:

a/. szatnia, wc, łazienka: wj = 70,0 W/m3,
b/. część technologiczna: wj = 15,0 W/m3,
c/. magazyn (1 ściana zewn): wj = 10,0 W/m3,
d/. magazyn (2 ściany zewn): wj = 17,0 W/m3,
e/. magazyn, schowek (brak ścian zewn): wj = 3,0 W/m3,
f/. węzeł NaOCl (1 ściana zewn): wj = 23,0 W/m3,
g/. komunikacja: wj = 3,0 W/m3,
h/. sterownia: 33,0 W/m3,
i/. rozdzielnia e/e (1 ściana zewn): wj = 10,0 W/m3..

Gabaryty obliczeniowe w osiach przegród budowlanych.

W przypadku węzła NaOCl przyjęto: w = 5/0 wymian/h i sytuację, gdy nagrzewnica nawiewu uległa awarii.

W przypadku wc, łazienki i szatni przyjęto: w = 2,0 wymian/h.

W przypadku haki technologicznej przyjęto brak zysków ciepła.

L.p.	Nazwa pomieszczenia	Pow. (m2)	Wys. (m)	Kubat. (m3)	Temp. obl. (stp C)	Qo (W)
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Hala technologiczna (01)	156,4	4,15	649,1	8	9736,0
2.	Sterownia (02)	8,3	4,15	34,4	20	1135,0
3.	Rozdzielnia e/e (03)	12,4	4,15	51,5	8	515,0
4.	Magazyn A (04)	4,2	4,36	18,3	8	55,0
5.	Magazyn B (05)	16,4	3,13	51,3	8	513,0
6.	Schowek (06)	6,0	3,13	18,8	8	56,0
7.	Magazyn C (07)	14,7	3,13	46,1	8	784,0
8.	Komunikacja (08)	13,9	4,42	61,4	8	184,0
9.	Magazyn D (09)	11,6	4,15	48,1	8	481,0
10.	Węzeł NaOCl (10)	8,7	3,13	27,2	8	626,0
11.	WC/łazienka (11)	9,0	3,13	28,2	20	1974,0
12.	Szatnia (12)	4,7	3,13	14,7	20	1029,0
13.	Razem					17088,0

9.4. Nagrzewnica.

Przyjęto:

nagrzewnicę wodną Flowair Leo El (lub równoważną) – 1 szt. Moc grzewcza robocza: P = 9,0 kW. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

10. Wentylacja mechaniczna.

10.1. Wentylator dachowy.

Wydajność wentylatora obliczono dla w = 1 w/h.

Vobl = V x w = 623,3 x 1,0 = 623,3 m3/h.

Przyjęto:

wentylator hybrydowy dachowy Uniwersal typ FEN-160 (lub równoważny) – 2 szt. Charakterystyka w punkcie pracy: Q = 360,0 m3/h, S = 40 Pa, Ns = 50 W, n = 900 obr/min. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

10.2. Wentylator w węźle NaOCl.

Wydajność wentylatora obliczono dla w = 7 w/h.

Vobl = 9,40 x 4,18 x 7,0 = 275,0 m3/h.

Przyjęto:

wentylator promieniowy Venture Industries typ LFS-2-160/62-018SAPHT (lub równoważny) – 2 szt. Charakterystyka w punkcie pracy: Q = 500,0 m3/h, S = 480 Pa, Ns = 0,18 W, n = 900 obr/min. Kryteria równoważności wg. STWiOR.

11. Bilans mocy.

a/. przez moc zainstalowaną należy rozumieć sumę mocy nominalnych urządzeń,

b/. przez moc czynną należy rozumieć sumę mocy urządzeń w punkcie pracy skierowanych do pracy,

c/. przez moc szczytową należy rozumieć sumę poboru mocy w punkcie pracy urządzeń jednocześnie czynnych,

d/. moc szczytową należy rozumieć jako moc przyłączeniową.

11.1. Zestawienie mocy zainstalowanej.

11.1.1. Instalacje technologiczne.

Lp.	Urządzenie	Moc (kW)	Jedn.	Ilość	Moc razem (kW)
1.	Pompownia I stopnia	11,0	szt	2	22,0
2.	Pompownia płuczna (woda)	11,0	szt	1	11,0
3.	Pompownia płuczna (powietrze)	11,0	szt	1	15,0
4.	Sprężarka powietrza	2,2	szt	2	4,4
5.	Pompownia II stopnia	4,0	szt	6	24,0
6.	Pompa ścieków	0,5	szt	1	0,5
7.	Urządzenia drobne	0,1	szt	10	1,0
8.	Razem				77,9

11.1.2. Instalacje sanitarne.

Lp.	Urządzenie	Moc (kW)	Jedn.	Ilość	Moc razem (kW)
1.	Grzejniki elektryczne konwekcyjne		szt	10	6,6
2.	Nagrzewnice elektryczne		szt	2	11,0
3.	Wentylacja dachowa	0,1	szt	2	0,2
4.	Wentylacja węzła NaOCl	0,2	szt	2	0,4
5.	Osuszanie powietrza	6,0	szt	1	6,0
6.	Podgrzewanie ciepłej wody	2,0	szt	2	4,0
7.	Razem				28,2

11.1.3. Razem.

Lp.	Urządzenie	Jedn.	Ilość	Moc razem (kW)
1.	Instalacje technologiczne	kpl	1	77,9
2.	Instalacje sanitarne	kpl	1	28,2
3.	Razem			106,1

11.2. Zestawienie mocy czynnej i szczytowej.

11.2.1. Instalacje technologiczne.

Szczyt A – produkcja wody (podano moce w punkcie pracy).

Lp.	Urządzenie	Moc czynna (kW)	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Pompownia I stopnia	11,0	szt	1	11,0
2.	Sprężarka powietrza	2,2	szt	1	2,2
3.	Pompa ścieków	0,5	szt	1	0,5
4.	Pompownia II stopnia (5 pomp)*		kpl	1	16,0
5.	Razem				29,7

(*) – uwzględniono wpływ na bilans mocy przetwornic obrotów

Szczyt B – Płukanie filtrów.

Lp.	Urządzenie	Moc czynna (kW)	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Pompownia płuczna (powietrze)	15,0	szt	1	15,0
2.	Pompownia ścieków	0,5	szt	1	0,5
3.	Pompownia II stopnia (3 pompy)*		kpl	1	10,0
4.	Razem				25,5

(*) – uwzględniono wpływ na bilans mocy przetwornic obrotów oraz płukanie w porze nocnej

11.2.2. Instalacje sanitarne.

Szczyt C – zima.

Lp.	Urządzenie	Moc czynna (kW)	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Grzejniki elektryczne (50%)		kpl	1	5,0
2.	Nagrzewnice		kpl	1	11,0
3.	Podgrzew. ciepłej wody (50%)	2,0	szt	1	2,0
4.	Razem				18,0

Szczyt D – lato.

Lp.	Urządzenie	Moc czynna (kW)	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Osuszanie powietrza	6,0	szt	1	6,0
2.	Podgrzew. ciepłej wody (50%)	2,0	szt	1	2,0
3.	Razem				8,0

11.2.3. Razem.

Szczyt A i C (zima).

Lp.	Urządzenie	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Instalacje technologiczne	kpl	1	29,7
2.	Instalacje sanitarne	kpl	1	18,0
3.	Razem			47,7

Szczyt A i D (lato).

Lp.	Urządzenie	Jedn.	Ilość	Moc szczyt. (kW)
1.	Instalacje technologiczne	kpl	1	29,7
2.	Instalacje sanitarne	kpl	1	8,0
3.	Razem			37,7

12. <u>Kryza dławiąca dla potrzeb filtracji jednostopniowej.</u>

a/. Qobl = 45,0 m3/h = 12,5 kg/s

b/. ciśnienie na wejściu do technologii uzdatniania (Zał. Nr 1.1): Hwl = 31,90 msw ~ 32,0 x 10^4 Pa,

c/. ciśnienie na wyjściu z technologii uzdatniania: Hwyl = 14,00 msw ~ 14,0 x 10^4 Pa.

dkr = 192,0 x $(Qobl^2 / (Hwl – Hwyl))^{1/4}$ = 192,0 x $(12,5^2 / (32,0 – 14,0) \times 10^4))^{1/4}$ = 32,9 ~ 33,0 mm.

Przyjęto kryzę o śr. 40mm.