



NYÍREGYHÁZI EGYETEM
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYI INTÉZET
NYÍREGYHÁZA



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

**ARZÉNES VASISZAP VÍZTELENÍTÉSE ÉS A SZALAGPRÉS
TERVEZÉSE
DEWATERING OF ARSENIC-CONTAINING IRON SLUDGE
AND DESIGN OF A BELT PRESS**

Készítette: Szilágyi Jánosné

Konzulens: Dr. Szigeti Ferenc, Dr. Antal Tamás

NYÍREGYHÁZA

2024.11.22.

ÖSSZEFOGLALÓ

Arzénes vasiszap víztelenítése és a szalagprés tervezése

A TDK dolgozat témája az arzénes vasiszap víztelenítésére szolgáló szalagprés gép (berendezés) tervezése. A szakdolgozatom témáját a munkahelyem biztosította, a Gészteréd Regionális Vízmű A berendezés tervezése és üzembe állítása a vállalt középtávú beruházásai között szerepel és megvalósításra vár.

Dolgozatom első részében ismertetem az arzénes vasiszap kezelésével kapcsolatos problémákat, további sorsa, felhasználása, és lerakása. A környezetvédelem céljából szalagprést terveztem, valamint bemutatom a jelenleg alkalmazott technológiát és ennek problémáit.

A TDK munka második részben a tervezési folyamatot megelőzően elemeztem a vízvizsgálati jegyzőkönyvek alapján a kémiai paramétereket, valamint elméleti számítással igazoltam az egy év alatt keletkező arzénes vasiszap mennyiséget. Majd ehhez kapcsolódóan vizsgáltam az utóbbi években kiszállított arzénes vasiszap fuvarok költségeinek változását.

A tervezési fejezetben tovább vizsgáltam a gyakorlatban alkalmazott iszap víztelenítő megoldásokat. Az általam kiválasztott szalagprés gép működésének, fő részeinek a bemutatása. Ezt követően végezem vizsgálatot végeztem a konstrukción, különböző terhelések figyelembe vételével. A tervezés folyamatát írom le, magyarázatot adva a gyártandó alkatrész megválasztására.

Ezek után ismertetem a tervezés legfontosabb számításait. Elkészítettem és a dolgozatban bemutatom a szalagprés fontosabb alkatrészeinek 3D-s rajzait, a gyártáshoz szükséges műhelyrajzot, végül az összeállítási rajzot SolidWorks programban.

Az utolsó fejezetben következtetéseket és javaslatokat fogalmazok meg, amelyekkel javítható a kibocsátott dekantvíz minősége, ezzel egyidejűleg csökken az arzénes vasiszap mennyisége, valamint a további kezelések és a kiszállítások költsége.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	1
1. TÉMAFELVEZETÉS	3
2.IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
2.1. Iszapvíztelenítési megoldások.....	4
2.1.1. Víztelenítés és elhelyezés	5
2.1.2. Vízmű iszapok kezelése	6
3. JELENLEG ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIA.....	10
4. KONSTRUKCIÓ TERVEZÉSE	12
4.1. A tervezés előkészítése.....	12
4.1.1. Akkreditált Vizsgálólaboratórium vízvizsgálati eredményei	12
4.1.2. A Geszteréd Vízműtelepen 2020-2024 évben keletkezett és kiszállított arzénos vasiszap mennyiség	16
4.1.3. A gyakorlatban alkalmazott iszapvíztelenítő gépek összehasonlítása	17
4.2. A gép tartókonzol gyártástechnológiája	23
4.2.1. Terheléses szimuláció	23
4.2.2. A tengelyvég gyártása technológiai folyamatának előkészítése	29
4.2.3. A technológiai folyamat tervezése	30
4.2.4. A technológiai folyamat részletes megtervezése hagyományos esztergagépen történő megmunkáláshoz.....	33
4.3. Szereléstechológia az új berendezéshez	33
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	34
ÖSSZEFOGLALÁS.....	36
IRODALOMJEGYZÉK.....	37
MELLÉKLETEK	38

BEVEZETÉS

Minden földi élet alapja és lételeme a víz. Az életnek, így az embernek is a legalapvetőbb összetevője. Környezetünkben mindenütt jelen van és jelenléte életet ad. Folyamatosan változik, mozgásban van, mindhárom halmazállapotban megtapasztható. Épít és rombol, alakítja Földünk felszínét, egyike a legfontosabb természetformáló erőknek. Bolygónk felszínének háromnegyed részét víz borítja, a földi létformák 75%-a a vízben élő lények és a vízhez kötődő szárazföldi élő szervezetek.

A hasznosítható vízbázisaink védelmére mindennél jobban oda kell figyelnünk. Már a múltban is fontos volt, bár akkor még kisebb volt a vízfogyasztó szervezetek létszáma. Mostanra a modernizáció arra a szintre jutott, hogy a víz az élet mellett fontos szerepet tölt be az iparban, a mezőgazdaságban. Energiahordozó, közlekedési-, szállítási közeg, üdülési és gyógyászati tényező szerepet egyaránt betölt. Együttesen ezek gyakorlatilag exponenciálisan megemelték a vízzel szemben támasztott mind mennyiségi, mind minőségi igényeket.

Azonban a múltban a vízfelhasználás, és a keletkezett szennyvíz, illetve annak elvezetése nem okozott jelentős problémát a környezetben, hiszen a természettisztuló képessége jelentős mértékben sikeresen befejezte a folyamatot.

A fejlett és fejlődő országokban a lakossági ivóvízhálózat kiépítettsége 90% feletti. Számos olyan terület létezik még ma is a Földön, ahol nincs kialakulva a megfelelő vízszolgáltatás. Emellett kevés olyan hely létezik a bolygón, ahol az ember ne művelne valamilyen gazdasági tevékenységet, ami szintén csak hozzá tesz a már így sem kevés vízszennyezési problémáinkhoz.

Az általam fellevezetett problémákból látható, hogy az ivóvíz minőségének megőrzése, valamint a víztisztítási technológia során keletkező arzéntartalmú vasiszap kezelése, mennyiségének csökkentése, valamint további sorsa, felhasználása vagy a lerakása a környezetszennyezés megelőzése céljából, egymástól nem elválasztható, hanem egymást kiegészítő folyamatok, tevékenységek együttese.

A dolgozatom témáját a munkahelyem biztosította, a Geszteréd Regionális Vízmű középtávú beruházásai között szerepel, megvalósításra vár.

Azért választottam ezt a témát, mert igen fontosnak tartom a fenntartható fejlődés fogalmát, ami egyszerre figyelembe veszi a környezeti ügyek elvárásait, a társadalmi igényeket és a gazdasági igények fejlődését.

Először bemutatom, majd részletesen ismertetem a Geszteréd Regionális Vízmű víztisztítási technológiáját és az egyes műtárgyakat. A vízműtelepnek 10 db mélyfúrású kútja van. Ezek biztosítják a felszín alatti víztisztítási technológiához az elegendő nyersvizet.

Bemutatom a különböző iszap víztelenítési megoldásokat, valamint a technológia során keletkező arzénos vasiszap kiszállításánál felmerülő problémákat.

Ismertetem a tervezést megelőzően a korábbi években az akkreditált labor által elvégzett méréseket, vízvizsgálati paramétereket.

Majd pedig a probléma megoldására az általam javasolt szalagprés berendezés és a kivitelezéséhez szükséges konzol gyártástechnológiájának a bemutatása.

A dolgozatom célja az említett probléma megoldása az új gép alkalmazásával. A tervezett beruházás megvalósításának előkészítése, a kivitelezési folyamat felgyorsítása.

1. TÉMAFELVEZETÉS

Dolgozatom első részében ismertetem az arzénos vasiszap kezelésével kapcsolatos problémákat, további sorsa, felhasználása, lerakása, a környezetvédelem céljából szalagprést terveztem, valamint bemutatom a jelenleg alkalmazott technológiát és ennek problémáit.

A második részben a tervezési folyamatot megelőzően elemeztem a vízvizsgálati jegyzőkönyvek alapján a kémiai paramétereket, valamint elméleti számítással igazoltam az egy év alatt keletkező arzénos vasiszap mennyiséget. Majd ehhez kapcsolódóan vizsgáltam az utóbbi években kiszállított arzénos vasiszap fuvarok költségeinek változását.

A tervezési fejezetben tovább vizsgáltam a gyakorlatban alkalmazott iszap víztelenítő megoldásokat. Az általam kiválasztott szalagprés gép működésének, fő részeinek a bemutatása. Ezt követően végezem vizsgálatot végeztem a konstrukción, különböző terhelések figyelembevételével. A tervezés folyamatát írom le, magyarázatot adva a gyártandó alkatrész megválasztására.

Ezek után ismertetem a tervezés legfontosabb számításait. Elkészítettem és a dolgozatban bemutatom a szalagprés gép fontosabb alkatrészeinek 3D-s rajzait, a gyártáshoz szükséges műhelyrajzot, végül az összeállítási rajzot SolidWorks programban.

Az utolsó fejezetben következtetéseket és javaslatokat fogalmazok meg, amelyekkel javítható a kibocsájtott dekantvíz minősége, ezzel egyidejűleg csökkenne a arzénos vasiszap mennyisége, valamint a további kezelések és a kiszállítások költsége.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Iszapvíztelenítési megoldások

Ebben a fejezetben a konstrukció tervezéséhez szükséges alapismereteket mutatom be. Mit jelent ez a fogalom, hogy iszap víztelenítés? Hol alkalmazzák és miért?

A vízben található arzén koncentrációja, számos országban meghaladja az Egészségügyi Világszervezet ajánlásában szereplő, maximális koncentrációértéket ($10 \mu\text{g/L}$). Legsúlyosabb a helyzet Indiában (Nyugat- Bengália) és Bangladesben. Jelentős mennyiségű arzént találtak a Föld, különböző területein a mélységi rétegvizekben: Tajvanon, Japánban, Mexikóban, Chilében, Nagy Britanniában, az Amerikai Egyesült Államokban és hazánk területén is (Anawar et al., 2002).

Hazánkban a dél-alföldi rétegvizekben magas koncentrációjú az arzén tartalom. A rétegvizek (mélységi vizek) a felszínről érkező szennyezésnek kevésbé vannak kitéve. A vízellátási célú vízhasználatot több mint 40%-ban rétegvizekből biztosítják.

Az iszapvíztelenítést egyaránt alkalmazzák az ivóvíz-tisztítási technológiában keletkező arzénes vasiszap víztelenítésére, és a szennyvíz tisztítási technológia során keletkező szennyvíz iszap víztelenítésére is. Az alkalmazott berendezések ugyanazok a típusok, bár igaz, hogy a szennyvíziszapok víztelenítésére sokkal szélesebb körben alkalmazzák.

Az iszaptartalmú vizek zömét tisztítás után a felszíni vizekbe vagy a talajba vezetik be. A tisztítás során a szilárd anyagokat leginkább üleptéssel és adott esetekben az azt követő sűrítéssel választják el a víztől.

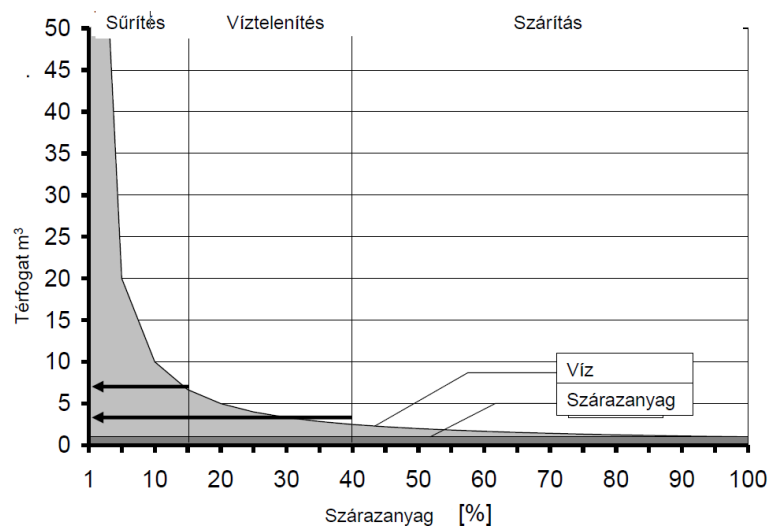
Sajnos napjainkban még nem terjedt el széles körűen az arzénes vasiszap víztelenítés utáni felhasználása. Leggyakrabban mindenféle veszélyes hulladékot fogadó, és az azonos osztályúakat együtt is kezelő hulladéklerakóban helyezték el.

Az ivóvíz minőségének megőrzése, valamint a víztisztítási technológia során keletkező arzéntartalmú vasiszap kezelése, mennyiségének csökkentése, valamint további sorsa, felhasználása vagy a lerakása a környezetszennyezés megelőzése céljából, egymástól nem elválasztható, hanem egymást kiegészítő folyamatok, tevékenységek együttese.

2.1.1. Víztelenítés és elhelyezés

Bemutatom a különböző iszap víztelenítési megoldásokat a fejezetben.

A víztelenítési technológiák célja a megfelelően kondicionált iszap nedvességtartalmának hatékony csökkentése. Ezek az eljárások teszik alkalmassá az iszapot a szállításra, a hasznosításra, illetőleg a deponálásra. Az 1. ábrán a víztartalom csökkentése látható a szárazanyag tartalom függvényében.



1. ábra: A víztartalom csökkentése a szárazanyag tartalom függvényében

Forrás: Juhász, 2013

1) Természetes víztelenítés

Az iszapok természetes víztelenítéséhez a nehézségi erő, a nap és a szél párologtató hatása, a fagyhatás (a téli időszakban) hasznosítható. Az alkalmazott berendezések típusai: - szikkasztó ágyak, - iszapmedencék, - iszaptavak. Közbenső vagy végső iszap elhelyezés céljából használatosak.

A természetes víztelenítés elsősorban a közepes és kis vízművek esetében alkalmazott, mivel gazdasági szempontból kedvező, ha a szükséges terület rendelkezésre áll (Öllös, 1998).

2) Gépi víztelenítés

Ott alkalmazzák, ahol a természetes víztelenítés nem megoldható, a szükséges víztelenítő felületek hiánya.

A nagyobb vízműveknél kerül előtérbe a gépi víztelenítés lehetősége. A gépi víztelenítésnél a nehézség a szűrési eljárások, a szűrőprés, a szalagszűrőprés és dekantáló centrifugák alkalmazásakor adódnak (Öllös, 1998).

3) Elhelyezési lehetőségek

A vízműiszapok, a vízmű iszaptartalmú vize szilárd anyagainak ülepítése, sűrítése és flotálása (a bejuttatott levegőbuborékok hozzátapadnak a rosszul nedvesedő részecskéhez és a szilárd fázisú részecske halmaz a folyadék felszínére kerül, lefölközhet) révén keletkeznek. Ezek az iszapok még nagy víztartalmúak és folyásra hajlamosak.

A szilárd - folyadék fázis szétválasztás után, az iszapot tartalmazó vizet előkezelésnek kell alávetni, majd a felszíni vízbe, csatornahálózatba vezethető vagy a talajba (dúsítás céljából) beszivárogtatható. A felszín alatti vizek tisztásakor, ha a gyorszűrő öblítővizében az ülepíthető anyag nagyon kis mennyiségű vas-, magán- és arzén vegyületeket csak nyomokban tartalmaz, közvetlenül felszíni vízbe vezethető (Öllös, 1998).

2.1.2. Vízmű iszapok kezelése

1) Sűrítés

A leggazdaságosabb iszap kezelési eljárások energia szempontjából, a sűrítés és a természetes víztelenítés. Ezt követi a gépi víztelenítés, majd a hőkezeléses eljárás. A nyersvíz minősége meghatározza a kezelési mód megválasztását. Az iszapok víztelenítését megelőző fázis az iszap sűrítése.

2) Az iszap víztelenítési eljárások csoportosítása

Természetes iszap víztelenítési eljárások

- iszapszikkasztó ágyak,
- szárító lagúnák vagy tavak

Gépi víztelenítés

- dinamikus víztelenítő berendezések (centrifuga)
- statikus (nyomó) erő hatására működő berendezések (szalagszűrő, kamrás-, membrán prések)
- szívóerő hatására (vákuum) működő gépek (vákuum szűrők, vákuumágy),
- kombinált (dinamikus statikus, vákuumos statikus stb.) berendezések

Elektro- ozmózis eljárások

- Kizárólagosan az Elektro ozmózis elvén működő berendezések (ELODE technológia)
- Kombinált eljárás (Elektro ozmózis szalagszűrő)

a) Természetes iszap víztelenítési eljárások

Iszap szikkasztó ágyak

A természetes iszapvíztelenítésnek egyik legismertebb és legrégebben alkalmazott eljárása az iszapszikkasztó ágy. Az iszapszikkasztó ágyak kialakítása különböző méretű szűrőkavics és homok.

Szárító lagúnák vagy tavak

Az iszapító és lagúna kirothadt vagy stabilizált iszap időszakos elhelyezésére szolgál. A minimális tartózkodási idő 10 év. A tó mélysége 1,0-6,0 m. A tó dekantált iszapvizének elhelyezéséről gondoskodni kell. (Juhász, 2013)

b) Gépi víztelenítő eljárások

Centrifuga

A víztelenítő centrifuga működése során a dob forgása következtében fellépő centrifugális erőt használja fázisszétválasztáshoz. A fellépő centrifugális erő hatására a nagyobb sűrűségű szilárd részecskék kifelé, a forgó dob falához préselődnek, míg a kevésbé sűrű folyadékfázis koncentrikus belső réteget alkot a dobban. A víztelenítő centrifugákkal elérhető szárazanyag tartalom a kondicionálástól, és a betáplált iszap minőségétől függően 20-24 %. (Juhász, 2013)

Kamrás prés

A szűrőkendővel bevont szűrőlapokat (szűrőlapköteget) egy hidraulikus munkahenger egymáshoz szorítja. Ezután egy szivattyú nagynyomással a szürendő anyagot (iszap) a szűrőlapok közötti kamrákba juttatja. A kamrák közti iszap maga is egyre nagyobb ellenállású szűrőréteggé működik.

A kamrás présekkel elérhető száraz anyagtartalom a nyomásprogramtól, a kondicionálástól, és a betáplált iszap jellemzőitől függően 32-42 % között változhat (Juhász, 2013).

Membrán prések

A membránnal ellátott prések esetében a kamrás préseknél alkalmazott feltöltési ciklus, egy membránozási fázissal egészül ki. Az elérhető iszap szárazanyag tartalom 35-45%.

A membránok arzéneltávolítási hatékonysága, az üzemeltetés célszerűsége, valamint a beruházási és üzemelési költségek, tekintetében, elsősorban a koagulációval kiegészített mikroszűrés jelenthet alternatívát a hagyományos eljárásokkal szemben (AWWA RF, 2000).

Vákuum (dob) szűrők

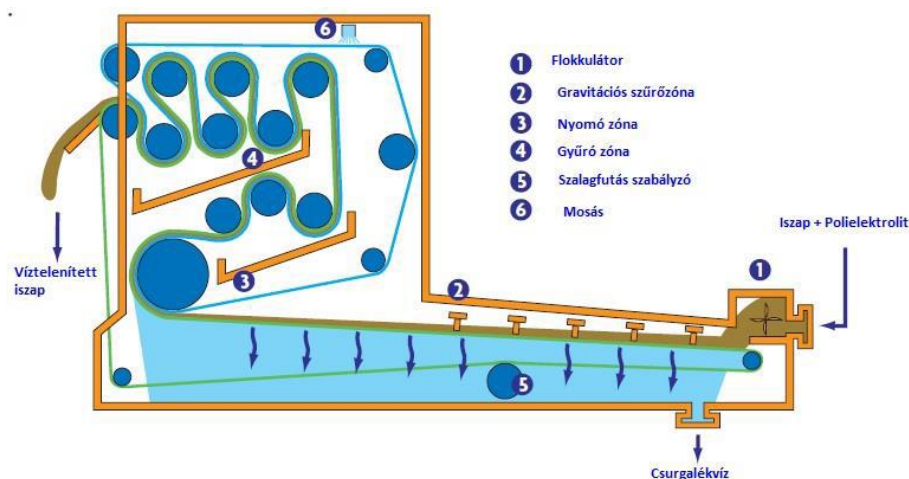
A vákuum dob szűrők egy mozgó vásznazott dobból, iszaptartályból, mosóvíz elvezető rendszerből, feszítő görgőkből, és mosó rendszerből álltak. A vákuum (dob) szűrők által előállított víztelenített iszap szárazanyag tartalma rendkívül alacsony 20% alatti volt. (Juhász, 2013)

Szalagszűrő prés

Működési elve: az iszapot két vagy több egymással fedésben lévő, általában vízszintes elrendezésű mozgó szűrőszalag közé vezetik, ahol az előzetesen hozzákevert vegyszer hatására a kapilláris vizet statikus erőhatással távolítják el. A 2. ábrán bemutatom a szalagprés működési elvét. Az elérhető iszap szárazanyag tartalom 18-24 %.

A szalagprések kiszolgáló berendezései:

- kompresszor
- légtartály
- iszapfeladó szivattyú
- vegyszeradagoló szivattyú
- vegyszer előkészítő tartályok és keverők
- mosórendszer



2. ábra: Szalagprés működési elve

Forrás: Juhász, 2013

A természetes víztelenítés kevesebb iszap mennyiségnél ideális. A hátránya, hogy szabad elhelyezési területet kell biztosítani az iszapnak.

A víztelenítő berendezések kiválasztását döntően befolyásolja a beszerzési ár. A szakirodalom megemlíti a kamrás prés és a membrán prés lehetőségét is. Bár ezeknél a drágább típusoknál akár 32-45% szárazanyag tartalom is elérhető, de ezek beszerzése csak akkor megfelelő, ha folyamatosan vagy nagy mennyiségben keletkezik iszap. Ellenkező esetben felesleges és indokolatlan beruházás lenne, figyelembe kell venni a megtérülési időt is. Az általam megismert típusok közül a szalagprés volt a legkedvezőbb beszerzési áron.

3. JELENLEG ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIA

A Geszteréd Regionális Vízmű víztisztítási technológiájának rövid összefoglalása

A Geszteréd Regionális Vízmű 10 db mélyfúrású kúttal rendelkezik. A mélyfúrású kutak talpmélysége 175,0 m és 219,0 m között van. A kutak a vízműből távműködtetve üzemelnek. A vízbázis kapacitása 8 000 m³/nap. A Geszteréd Regionális Vízmű mértékadó kapacitása 10 000 m³/nap.

A kutakból kitermelt nyersvíz kútbekötő vezetékeken keresztül a gyűjtőaknába kerül és közös nyersvíz vezetékként lép be a vízmű épületébe. A belépést követően történik az oxidációs levegő bevitele DN200/300-as Venturi csövön keresztül. Az oxidációs levegő előállítása 2 db AIRPOL 11kW-os kompresszorral történik, amely egy 5 m³ és egy 2 m³-es légtartályra termel. Az oxidációs levegő adagolása tartályról történik, mennyiségi szabályozása a nyersvíz ágra telepített jeladóval felszerelt vízmérő impulzusadatai alapján automatikusan történik. Az oxidációs levegő bekeverését követően, közvetlenül kerül beadagolásra az arzén mentesítéshez szükséges vas (III)-klorid és kálium-permanganát oldat.

Ezután a kezelt víz előbb a légviválasztó tartályra, majd a 8 db 3 150 mm átmérőjű hagyományos kvarchomok töltetű kétrétegű, zárt, nyomás alatti gyorszűrőkre kerül. A szűrőben a vas- és mangánpanyhek szűrése megtörténik (a folyamat közben az arzéntartalom is határérték alá csökken). A szűrőn lejátszódó spontán nitrifikációs folyamatoknak köszönhetően megvalósul az ammónium eltávolítás is. A szűrők kezelő szerelvényeinek pneumatikus működtetésű pillangó tolózárak vannak beépítve, amelyeket előre programozott PLC vezérel. A szűrők visszaöblítése 24 órás ciklusban víz-levegő együttes használatával történik. Az öblítővíz szivattyúk típusa Grundfos CR 120-1 11kW-osak, frekvenciaváltóval szereltek. Az öblítő levegő ellátását AIRPOL K35 18,5kW-os légfúvók biztosítják.

A keletkező dekantvíz a vasiszap ülepítő medencébe kerül, amely 2x100 m³ mosató víz befogadására alkalmas iker kialakítású medence, egyik oldalon mozgatható fedéssel ellátva. A 3. ábrán a Geszteréd Vízműtelep arzénes vasiszap szikkasztó I. medence látható.

A szűrőkről lekerülő víz utóklórozás után kerül a 2x500 m³-es alacsony tárolókba. Az alacsonytárolókból szívó vezetéken jut el a tározó vize a nyomásfokozó szivattyúig, majd a távvezetékek segítségével a jut el a fogyasztókig.

A Geszteréd Regionális Vízmű 7 település vízellátását biztosítja:

- az északi távvezeték révén:

- Érpatak,
- Újfehértó,

- a déli távvezeték révén:

- Geszteréd,
- Bököny,
- Téglás,
- Hajdúhadház,
- Bocskai kert (utóbbit Hajdúhadházon keresztül).

A déli ágon, Téglás irányába a vízszállítást 4 db Grundfos CR150-3 37kW-os típusú hálózati szivattyú biztosítja, melyek frekvenciaváltóval vezéreltek. Ezen az ágon a kimenő nyomás jellemző értéke 6,5- 7,2 bar. A déli ág nyomásviszonyait a hálózati szivattyúk mellett a téglási 500 m³-es víztorony határozza meg. Téglás víztorony felé két darab DN 300-as vezetékkel biztosított a vízellátás.

Az északi ágon, Újfehértó irányába frekvenciaváltóval szerelt 2 db Grundfos CR90-2 15kW-os típusú szivattyú biztosítja a vízszállítást. Ebben az irányban a kimenő nyomás jellemző értéke 3,2- 3,6 bar. Az újfehértói 1238 m³-es víztorony vízszintjéről vezéreltek. A vízszállítás az újfehértói víztorony irányába egy darab DN 300-as távvezetékkel biztosított.



3. ábra: Geszteréd Vízműtelep arzénos vasiszap szikkasztó I. medence

Forrás: Saját fotó

4. KONSTRUKCIÓ TERVEZÉSE

A konstrukció tervezésével megvalósulnak az alábbi megoldandó problémák:

- az iszap mennyiségének további csökkentése
- az arzén eltávolítása az iszaptól
- a hulladék környezetszennyezést kizáró állapotba/helyre jutása

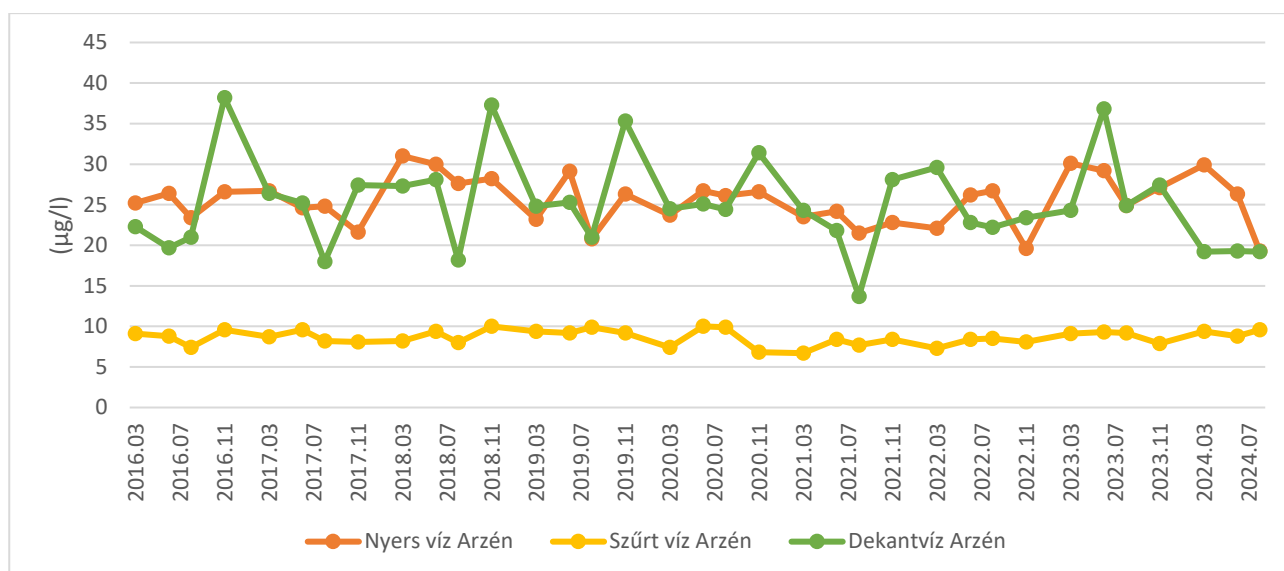
Ennek a tervezési folyamatnak az eredményeit fogom bemutatni ezekben a fejezetekben.

4.1. A tervezés előkészítése

Ismertetem a tervezést megelőzően a korábbi években az akkreditált labor által elvégzett méréseket, vízvizsgálati paramétereket.

4.1.1. Akkreditált Vizsgálólaboratórium vízvizsgálati eredményei

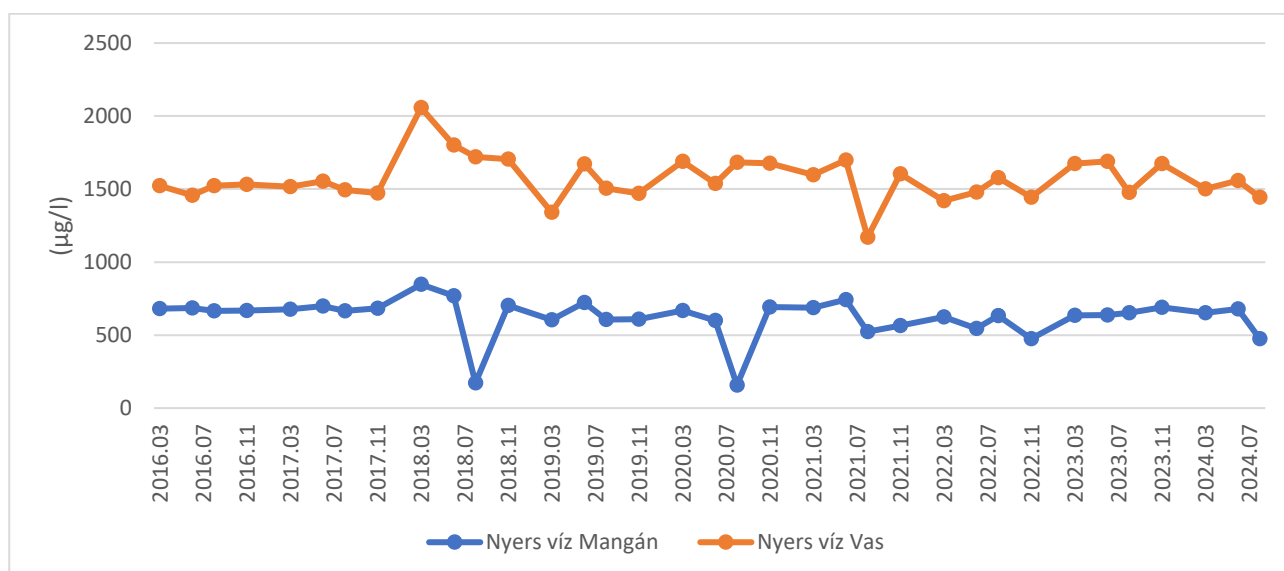
Az Ivóvízminőségjavító Program megvalósulása után, 2016-ban az ÁNTSZ-hez benyújtott és jóváhagyott Vízvizsgálati Ütemtervnek megfelelően, a dekant medence és a nyers víz kémiai vízvizsgálata negyedévente történik. A hálózatra menő szűrt víz kémiai paramétereinek vízvizsgálata pedig havonta. Mivel az elemzés és a vizsgálat alapja a dekant medence és a nyersvíz összetétele, ezért a szűrt víz esetében is csak ezeket a hónapokat vizsgáltam (március, június, augusztus, november). A vízvizsgálati jegyzőkönyvek adatait 2016-2024-ig a NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium bocsájtotta a rendelkezésemre. Az adott vízminta vételi napokon a vízműtelepen használatos üzemnaplóból gyűjtöttem össze az üzemeltetéssel kapcsolatos információkat (nyers víz mennyiség, szűrt víz mennyiség, dekantvíz mennyiség) (1. sz. melléklet). A kémiai vízvizsgálatok nagyon részletesek. Az ülepítő medence vizsgált paraméterei az arzén mellett, még a nehéz-, és a könnyűfémek (vas és mangán vizsgálat nincs). A vízvizsgálati paraméterek közül csak az arzén, mangán és vas értékeket hasonlítottam össze. A nyers víz esetében az arzén eltávolítás miatt lényeges a mangán és a vas koncentráció. A kálium-permanganát és a vas (III)-klorid vegyszerek adagolása miatt (2. sz. melléklet). A szűrt víz esetében csak az arzén, mangán és vas értékeket hasonlítottam össze (3. sz. melléklet).



4. ábra Geszteréd Vízműtelep nyers-, szűrt-, dekantvíz arzén vízvizsgálati eredmények (2016-2024)

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

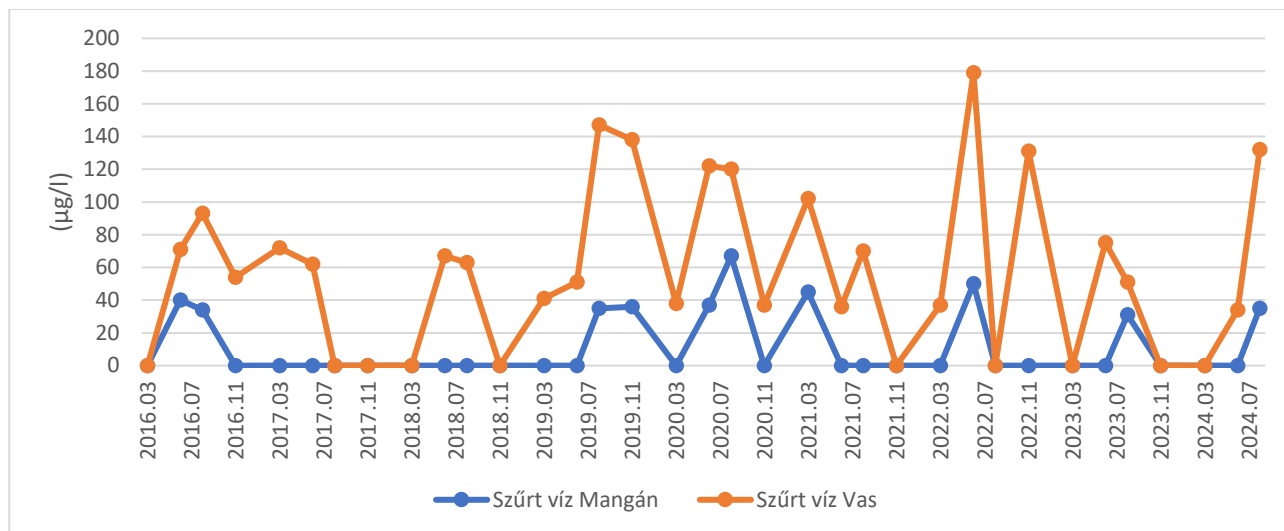
A nyers víz és a dekant medence vízvizsgálatait negyedévente végzik (4. sz. melléklet). A vízminták paraméterein felismerhetőek egyfajta évszakokra jellemző trendek. A kora tavaszi és a késő őszi hónapokra jellemző, hogy a dekantvíz arzén értéke magasabb, mint a vízműtelepre érkező nyers víz arzén értéke. A téli hónapokban arzénes vasiszap kiszállítás nem történik, mert az iszap 90%-os víztartalma az esetleges fagyás miatt nem teszi lehetővé, hogy az iszap szippantható állapotban maradjon. Elképzelhető, hogy a tárolás miatt az arzén koncentráció kumulálódik.



5. ábra Geszteréd Vízműtelep nyers víz mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

A 4. ábrán és az 5. ábrán megfigyelhető, ha a nyers vízben magasabb az arzén- és a vas koncentráció, azzal egyidejűleg magasabb a dekant vízben az arzén koncentráció is. Ezzel ellentétben a szűrt vízben az arzén eredménye igen változó. Többnyire a nyári hónapokban, a csúcsfogyasztás idején megközelíti a 10 µg/l határértéket (6. ábra).



6. ábra Geszteréd Vízműtelep szűrt víz mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

Általánosan elmondható, hogy a mérések időpontja, illetve a telep pillanatnyi állapota, valamint az ebből fakadó eredmények nem tükrözik hűen a háttérben zajló folyamatokat. Egy év 365 napból áll, tehát emellé állítva a negyedévente vett 4 nap vízmintáját beláthatjuk, hogy a teljes év megközelítőleg 1%-át adja ki. Bár 9 év vízmintáit elemeztem, mégis ezek alapján határozottan megítélni és biztosan állítani valamit nem szabad. A mért eredmények csak tájékoztató jellegűek a vízműtelepen működő technológiáról.

1. táblázat: Geszteréd éves kitermelt nyers víz-, szolgáltatott szűrt víz-, dekantvíz-, adott év napi csúcs kitermelt nyers vízmennyiség és napi csúcs szolgáltatott szűrt vízmennyiség (2016-2023)

Év	Éves nyers víz mennyiség (m ³ /év)	Éves szűrt víz mennyiség (m ³ /év)	Éves dekantvíz (m ³ /év)	Éves nyers víz napi csúcs (m ³ /nap)	Éves szűrt víz napi csúcs (m ³ /nap)
2016	1 621 290	1 400 537	92 732	5 997	5 212
2017	1 748 258	1 496 739	92 745	6 228	5 718
2018	1 718 021	1 498 253	87 688	6 231	5 335
2019	1 702 896	1 496 027	91 210	7 186	6 369
2020	1 723 449	1 516 518	90 841	5 908	5 390
2021	1 781 527	1 567 641	92 744	7 855	7 096
2022	1 792 666	1 615 702	90 420	7 075	6 593
2023	1 742 596	1 596 095	89 586	5 924	5 264
MIN	1 621 290	1 400 537	87 688	5 908	5 212
MAX	1 792 666	1 615 702	92 745	7 855	7 096
ÁTLAG	1 728 838	1 523 439	90 996	6551	5 872

Forrás: Saját forrás

Számítás:

Éves átlagos nyers víz kitermelés: 1.728.838 m³ (1. táblázat)

A kitermelt nyers víz 1 kg vastartalmából az ülepítőben 11 dm³ 90%-os víztartalmú arzénos vasiszap keletkezik.

A nyers víz átlagos Fe-tartalma (1 570 µg/l)

1,570 g/m³ (4. sz. melléklet)

átlagos Mn-tartalma (623 µg/l)

0,623 g/m³ (4. sz. melléklet)

KMnO₄ adagolásból származó plusz mangán:

0,20 g/m³

FeCl₃ adagolásból származó plusz vastartalom:

0,18g/m³

1m³ tisztítandó nyers víz vas- és mangán tartalma:

2,57 g/m³

Átlagosan egy éves nyers víz termelésből:

1 728 838 m³ x 2,57 g/m³ = 4 443 114 g/év =
4 443 kg/év

Ebből a dekant medencében keletkezik 4 443 kg/év x 11dm³ = 48873 dm³/év = 48,87m³/év 90%-os víztartalmú arzénos vasiszap.

Az ikermedencés ülepítő egy medencéjében az iszaptér nagysága: 24,37 m³.

A medenceterek tisztítását hat havonta végzik. A medence három hónapot üzemel, majd a dekantvíz leengedését követően, az iszap szikkasztása következik, ami ismét három hónap. Az iszap szikkasztása alatt üzemel az ikermedence másik tagja.

A számítás igazolja az arzénos vasiszap kiszállításokat. A gyakorlatban a kiszállítás félévente történik kb. 24 m³. Az éves arzénos vasiszap mennyisége kb. 48 m³, ami kb. 50 tonna (2. táblázat).

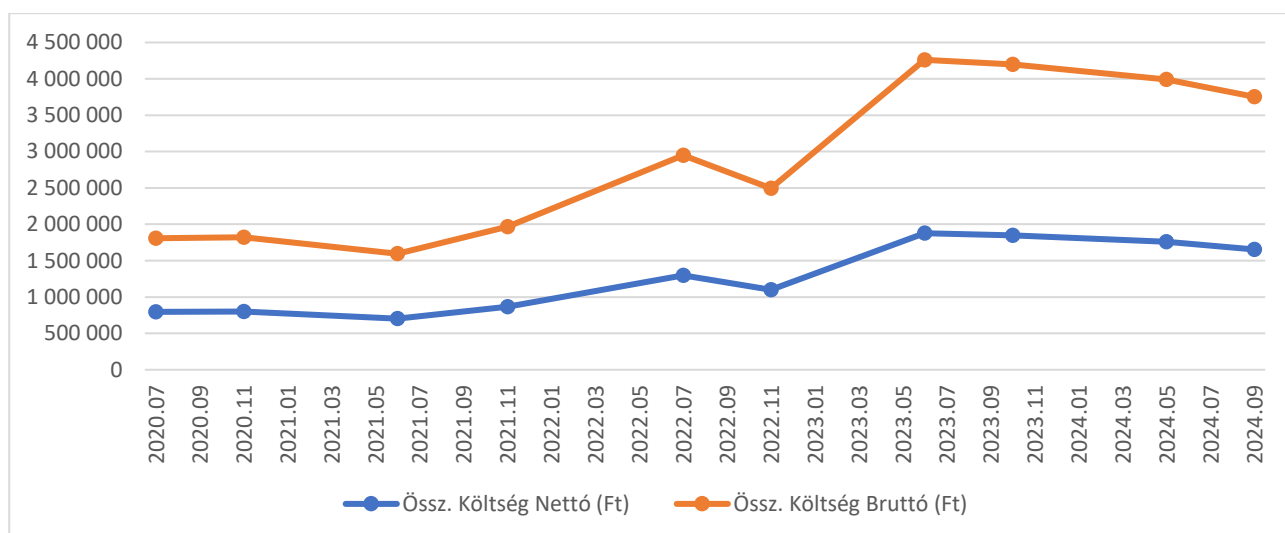
4.1.2. A Geszteréd Vízműtelepen 2020-2024 évben keletkezett és kiszállított arzénos vasiszap mennyiség

2. táblázat: A Geszteréd Vízműtelepen keletkezett éves arzénos vasiszap kiszállítások mennyisége (2020-2024)

Kiszállítás időpontja	Hulladék típusa	HAK kód	Átadott hulladék (m ³)	Átadott hulladék mennyiség (kg)	Összes nettó költség (Ft)	Összes bruttó költség (Ft)
2020.07.01	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 100	797 450	1 012 762
2020.11.19	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 020	802 220	1 018 819
2020 összesen					1 599 670	2 031 581
2021.06.30	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	21 120	702 720	892 454
2021.11.15	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	25 080	866 460	1 100 404
2021 összesen					1 569 180	1 992 859
2022.07.18	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 960	1 297 920	1 648 358
2022.11.23	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	21 140	1 099 280	1 396 086
2022 összesen					2 397 200	3 044 444
2023.06.13	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 700	1 877 200	2 384 044
2023.10.25	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 340	1 849 840	2 349 297
2023 összesen					3 727 040	4 733 341
2024.05.12	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	25 860	1 758 480	2 233 270
2024.09.30	arzénos vasiszap	19 08 13*	24	24 320	1 653 760	2 100 275
2024 összesen					3 412 240	4 333 545

Forrás: Saját forrás

Táblázatban összesítettem 2020-2024-ig a kiszállított arzénos vasiszap fuvarokat a veszélyes hulladékot kísérő SZ- Kísérőlapok és a számlák alapján (2. táblázat).



7. ábra Geszteréd Vízműtelepen keletkezett éves arzénos vasiszap kiszállítások költségei (2020-2024)

Forrás: Saját forrás

A 7. ábráról leolvasható és a 2.táblázatban is egyértelműen látható, hogy a kiszállítások költsége a 4 év alatt több, mint a kétszeresére emelkedett.

4.1.3. A gyakorlatban alkalmazott iszapvíztelenítő gépek összehasonlítása

A cégünk működési területén különböző iszapvíztelenítő megoldásokat alkalmaznak. Ezek a gépek elsősorban a szennyvíztelepeken üzemelnek, de már nálunk is használnak vízműtelepen is. Nyáron az üzemlátogatásaim során, próbáltam arra törekedni, hogy különböző típusokat ismerjek meg és ezekről összegyűjteni az ottani kollégáktól minél több gyakorlati tapasztalatot. A társaságunknál is a legelterjedtebb típus a szalagprés, de azért egyéb típusok is használatosak.

1) A hajdúnánási vízműtelepen vegyszerek adagolásával segítik elő a koagulációt, (a részecskék összetapadását), majd a dekantvízhez polielektrolitot adagolnak. A koaguláció és a flokkuláció fontos lépése az ivó és használt vizek tisztításának. Iszapok víztelenítése során a gravitációs sűrítésnél lényegesen nagyobb térfogatcsökkenést és szárazanyag-tartalmat érhetünk el a helyesen megválasztott polielektrolitok alkalmazásával.

A polielektrolit feladata a mikropelyhek flokkulálása, azaz nagyobb ülepíthető pelyhek kialakítása. A vízműtelepen a technológiában ezt követi az ülepítés-, majd a sűrítés fázisa és végül az iszap szikkasztás. Az iszap az I. szikkasztó medencébe kerül, aminek az alján kavicságy van. Ezen keresztül távozik el a dekantvíz (8. ábra). Kb. félév szikkasztás után kézi erővel átlapátolják a II.

szikkasztó medencébe (9. ábra) és végül a SZOLÁR szárítóban fejeződik be az iszap víztelenítése (10. ábra). Az iszap száraz anyag tartalma elég magas, mintegy 70%, de mivel nem nagy mennyiségről van szó, évente csak egyszer van kiszállítás, így nem okoz gondot a tárolása.



8. ábra: Hajdúnánás Vízműtelep iszap
szikkasztó I. medence

Forrás: Saját fotó



9. ábra: Hajdúnánás Vízműtelep iszap
szikkasztó II. medence

Forrás: Saját fotó



10. ábra: Hajdúnánás Vízműtelep SZOLÁR szárító

Forrás: Saját fotó

2) A törökszentmiklósi szennyvíztelepen korábban szalagprés működött (11. ábra). A 2018.évi beruházáskor egy új a HUBER típusú csigaprés (12. ábra) és SZOLÁR szárító (13. ábra) együttes beüzemelésére került sor.

A szennyvíz iszap a technológia során a sűrítőből 3-4% száraz anyag tartalommal kerül a csigaprésre, ahonnan 18-20%-os tartalommal távozik tovább. Majd az iszapvonal következő helyszíne a SZOLÁR szárító, ahol a szárazanyag tartalom tovább javul 75-85%-osra. 90% fölött porrobbanás következhet be, ezért folyamatosan számítógépes figyelemmel ellenőrzik a megfelelő szárazanyag tartalmat. A telepről az iszap kiszállítása novembertől-márciusig szünetel, mert nem elegendő ezekben a hónapokban a napsugárzás ereje, ami elengedhetetlen a SZOLÁR szárító megfelelő működéséhez.



11. ábra: Törökszentmiklós szennyvíztelep
szalagprés

Forrás: Saját fotó



12. ábra: Törökszentmiklós szennyvíztelep
csigaprés

Forrás: Saját fotó



13. ábra: Törökszentmiklós szennyvíztelep SZOLÁR szárító

Forrás: Saját fotó

3) A fegyverneki szennyvíztelepen az iszap víztelenítésére centrifugát használnak (14. ábra). A centrifuga működése során a dob forgása következtében fellépő centrifugális erőt használja fázissztávlasztáshoz. A fellépő centrifugális erő hatására a nagyobb sűrűségű szilárd részecskék kifelé, a forgó dob falához préselődnek, míg a kevésbé sűrű folyadékfázis koncentrikus belső réteget alkot a dobban. A centrifugális erő összepréseli a szilárd anyagokat és elválasztja a felesleges folyadéktól. A szilárd anyag ezt követően alul távozik a dobból. Az elérhető szárazanyag tartalom a betáplált iszap minőségétől függően 18-20%.



14. ábra: Fegyvernek szennyvíztelep centrifuga

Forrás: Saját fotó

4) A hajdúhadházi szennyvíztelepen az iszap víztelenítésére LHP-1200 típusú szalagprést használnak (15. ábra). A berendezést a LIMUS Hungária Kft gyártotta és telepítette 2019-ben. A berendezés műszaki adatait a gépkönyve alapján gyűjtöttem össze.

Műszaki adatai:

- Szárazanyag terhelhetőség: max.: 160-240 kg/h
- Feladható iszap mennyiség: 8,0-12,0 m³/h
- Víztelenített iszap száraz anyag tartalma:

Sűrített fölösiszap	min.: 18%
Kevert iszap	min.: 20%
Rothasztott iszap	min.: 24%
- Vegyszer felhasználás: elsősorban az iszap milyenségétől függ
- Elektromos energia igény: 5,57 kW
- Öblítővíz igény: Q= 6m³/h , P= 6 bar
- Méretei: H= 2720 mm

Berendezés súlya

Sz= 1490 mm

M= 1260 mm

üresen: 960 kg

üzem közben: 1200 kg

A szalagprések berendezés egységei:

- Szűrő egység
- Flokkulátor (16. ábra)
- Vegyszeroldó-adagoló tartály
- Szivattyúk
- Pneumatikus egység



15. ábra: Hajdúhadház szennyvíztelep szalagprés

Forrás: Saját fotó

Szűrő egység:

Két részből áll, egy alsó és egy felső szűrőszalagból (17. ábra), melyek egy közös keretre kerültek felszerelésre. A keretszerkezet rozsdamentes idomacél, hegesztéssel lett kialakítva.

A főhajtás típusa: NORD SK 12080AZ-80S/4 TF, P=5,5 kW. A főhajtás fordulatszáma 1,8-18 1/min között változtatható.

A vonszoló henger gumírozott, s így a henger felülete és a szűrőszalag között megnő a tapadás mértéke. A vonszoló hengerekhez lekaparók csatlakoznak, amik rugók segítségével nyomódnak a szűrőszalaghoz.

A vázra erősítve található a mosószerkezet, mely a két végtelenített szalagot mossza. A présszalagoknak a terelőgörgőkről való lefutását vészleállítók akadályozzák meg.

Az iszap víztelenítése során az elérhető szárazanyag tartalom 18-24%.



16. ábra: Hajdúhadház szennyvíztelep
flokkulátor



17. ábra: Hajdúhadház szennyvíztelep
szalagprés szalag

Forrás: Saját fotó

Forrás: Saját fotó

Összegzés képen megállapítható, hogy azokon a telepeken, ahol két berendezést alkalmaznak egyidejűleg, ott elérhető az iszapvíztelenítés után a 70-80%-os szárazanyag tartalom. A két berendezés megnöveli, mind a beruházás, mind az üzemelés és a karbantartás költségeit. A gyakorlatban az iszap víztelenítő berendezések mindenhol kb. 20% szárazanyag tartalomig víztelenítenek, a különböző típusú berendezések között néhány század csak az eltérés. A beruházáskor döntő tényező a beszerzési ár, ami a szalagprés esetében a legkedvezőbb, valószínűleg ezért alkalmazzák a legtöbb helyen a gyakorlatban. Az általam kiválasztott szalagprés berendezés típus kiválasztásában is a hatékonyság mellett a beszerzési ár volt a döntő.

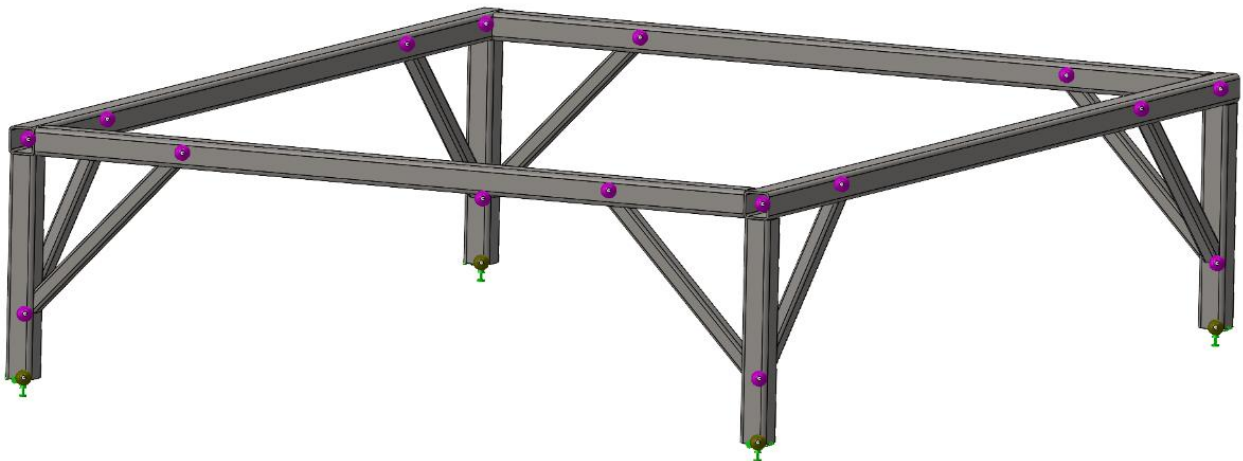
4.2. A gép tartókonzol gyártástechnológiája

Ebben a fejezetben az általam javasolt szalagprés berendezés legyártásához szükséges konzol gyártástechnológiájának kidolgozását végeztem el.

4.2.1. Terheléssel szimuláció

1) A geometria kialakítása

A vázszerkezet alapja 3D sketch, erre lett felépítve a Solidworks Weldment menüjéből a Structural Member nevű parancs segítségével a modell. A lábakhoz hegesztett talpakat ebben a szimulációban elhanyagolhatjuk, mivel a terhelés csak minimálisan érinti ezeket az elemeket. A vázszerkezet elemei „Gerenda elemekként” viselkednek, ellenben a talpak pedig „solid body”-ként, így a szimulációs idő is igen magas lenne, hiszen különböző elemeket tartalmaz a modell. Így a szimulációs idő csökkentése, valamint az egyszerűség miatt elhanyagoltam a talpakat (18. ábra).



18. ábra: Az egyszerűsített modell, valamint a „Fixed” kényszerek

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

2) Anyagválasztás

Az általam választott anyagminőség (19. ábra) a DIN EN 1.4301 korrózióálló acél (X5CrNi18-10) egy hagyományos ausztenites korrózióálló acél, amely jól ellenáll a légköri, szerves és szervetlen vegyi anyagoknak. Ezt az ötvözetet széles körben használják kiváló korrózióállósága, jó hidegalakíthatósága, jó mélyhúzhatósága és hegeszthetősége miatt.

Az EN X5CrNi18-10 lágyított állapotban nem mágneses, de kissé mágnessé válhat martenzit vagy ferrit hozzáadása miatt hidegmegmunkálás vagy hegesztés során.

Material properties
Materials in the default library can not be edited. You must first copy the material to a custom library to edit it.

Model Type: Linear Elastic Isotropic ☐ Save model type in library

Units: SI - N/mm² (MPa)

Category: DIN Steel (Stainless)

Name: 1.4301 (X5CrNi18-10)

Default failure criterion: Max von Mises Stress

Description: X 5 Cr Ni 18 10

Source: Tensile and Yield Strength for t<=16mm

Sustainability: Defined

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	79000	N/mm ²
Mass Density	7900	kg/m ³
Tensile Strength	600	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	400	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.1e-05	/K
Thermal Conductivity	14	W/(m·K)
Specific Heat	440	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

19. ábra: Anyag minőség

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

3) Hálózás beállításai

Mivel itt nem hagyományos „solid” modellekkel dolgoztam, hanem vázszerkezettel, amiket gerenda, vagyis „Beam” elemekként számol a szoftver, így a háló is változik a hagyományoshoz képest. Itt a gerenda elemeket osztja fel a szoftver csomópontokra (nodes) és elemekre (elements) a lenti képen látszik (20. ábra), hogy melyikből mennyi van. A háló a két szimuláció során nem változott.

Mesh Details	
Study name	Terheles_vizsgalat
DetailsMesh type	Beam Mesh
Total nodes	322
Total elements	314
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:01
Computer name	

20. ábra: Hálózás beállításai

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

4) Terhelés megadása

Esetünkben a terhelés a gép tömegéből adódik. Megvizsgáltam a gépet üres (960 kg) és munka közbeni állapotban (1 200 kg).

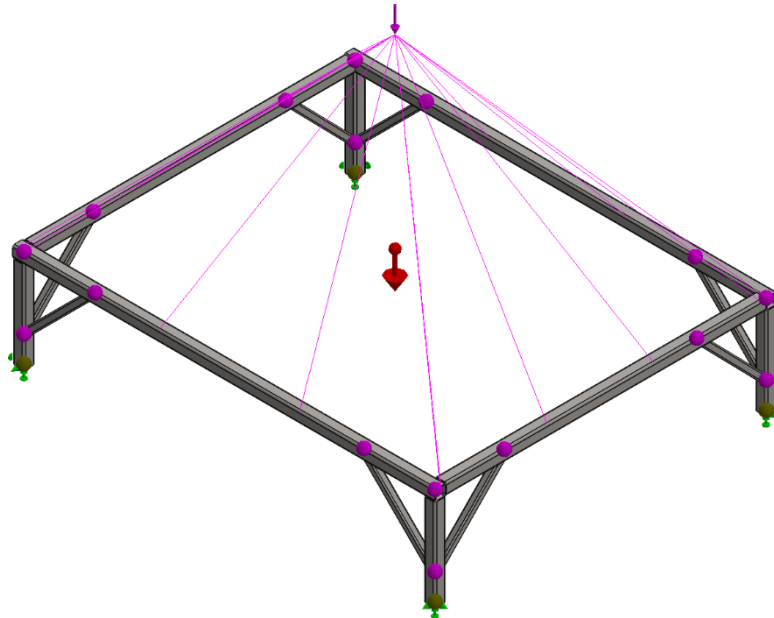
A tömegközéppontot közelítjük, mivel nem áll rendelkezésre modell a szerkezetről, így a tömegközéppont pontos helye ismeretlen (mármint az egész gépé, a piros nyíl a gravitációs terhelést jelenti a kis modellre , 21. ábra).

A közelítés: A katalógusban leírt teljes magasság felének vettem a tömegközéppont helyét, ami 1360 mm. A tartó magassága 450 mm a talajtól mérve, így a megoszló terhelés fókuszpontjának magassága 910 mm-re adódik a modell legfelső síkjától (a lila nyíl csúcsa, és amik a lila nyílból származnak vonalak azok jelentik a megoszló terhelést a felső gerenda elemekre, hiszen azokon támaszkodik a szerkezet).

Így az erőkar már ismert 910 mm a tömeg pedig 960 kg és 1 200 kg (itt a kg*m-t át kell váltani N*m-be mivel a Solidworks ezt tudja kezelni.)

Így $960 \cdot 1,36 = 1305 \text{ kg} \cdot \text{m}$, ami 12 797 Nm ez az első eset, míg a második $1\,200 \cdot 1,36 = 1\,632 \text{ kg} \cdot \text{m}$, ami 16 004 Nm.

Így megkaptam a terhelő nyomaték nagyságát, ami hat a szerkezetre és a súlyából származtattam. Ez az első esetben 12 797 Nm, míg a második esetben 16 004 Nm-re adódott.



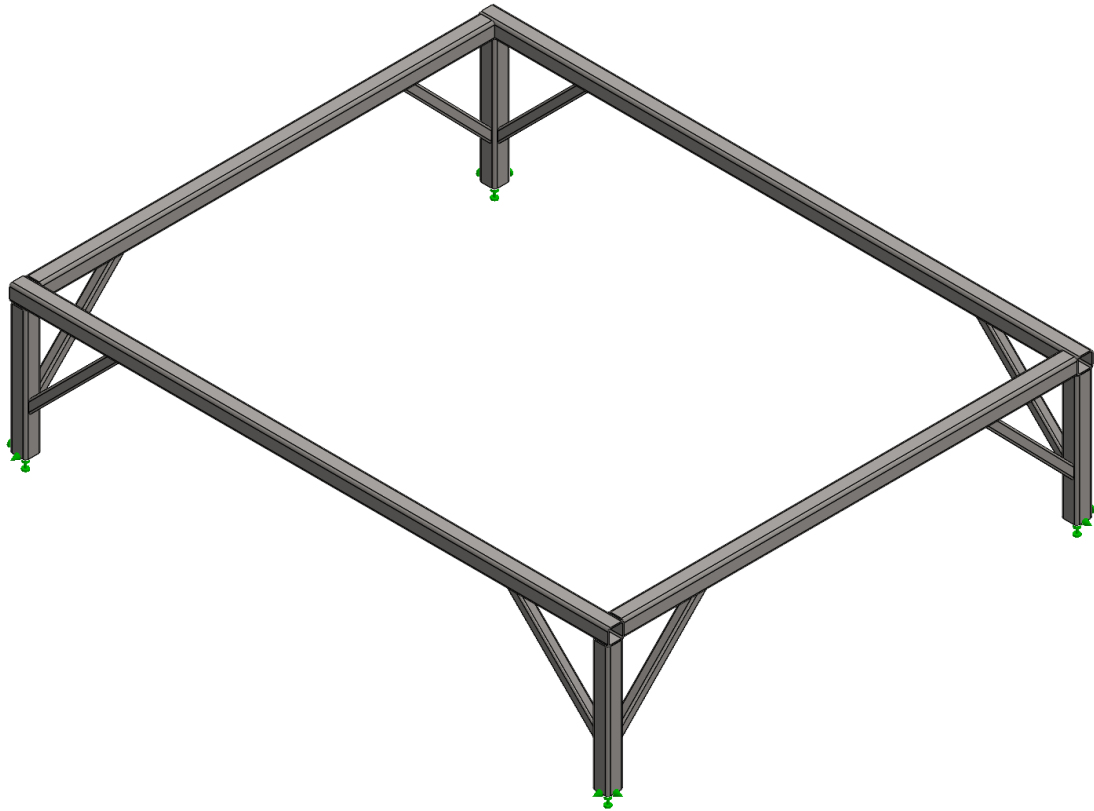
21. ábra Terhelés megadása

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

Ezenkívül a tartószerkezet súlyából adódó gravitációs terhelést is figyelembe vettem a pontosabb szimuláció érdekében.

5) A kényszerek megadása

Mivel a talpakat nem vettem figyelembe a szimuláció során, így a tartólábak alsó pontjait „Fixed” kényszerrel lerögzítettem, ilyenkor nem tud elmozdulni a talajtól (22. ábra). Nem ez a legpontosabb megoldási módszer, viszont a valóságot jól közelíti és igencsak megrövidíti a szimulációs időtartamot.

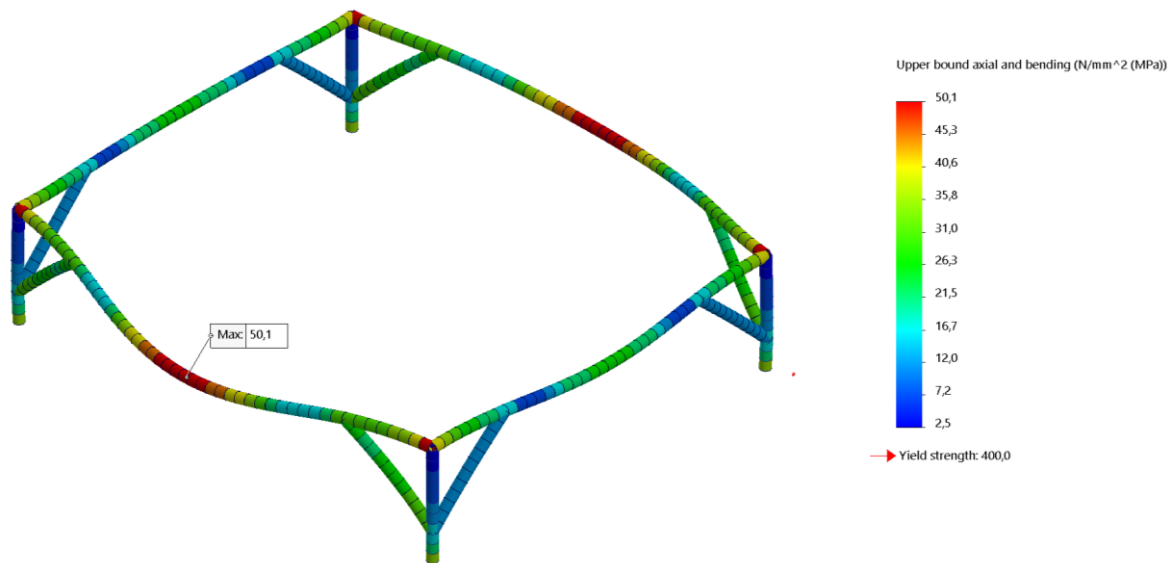


22. ábra: Rögzített alsó csuklópontok a kényszerekkel

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

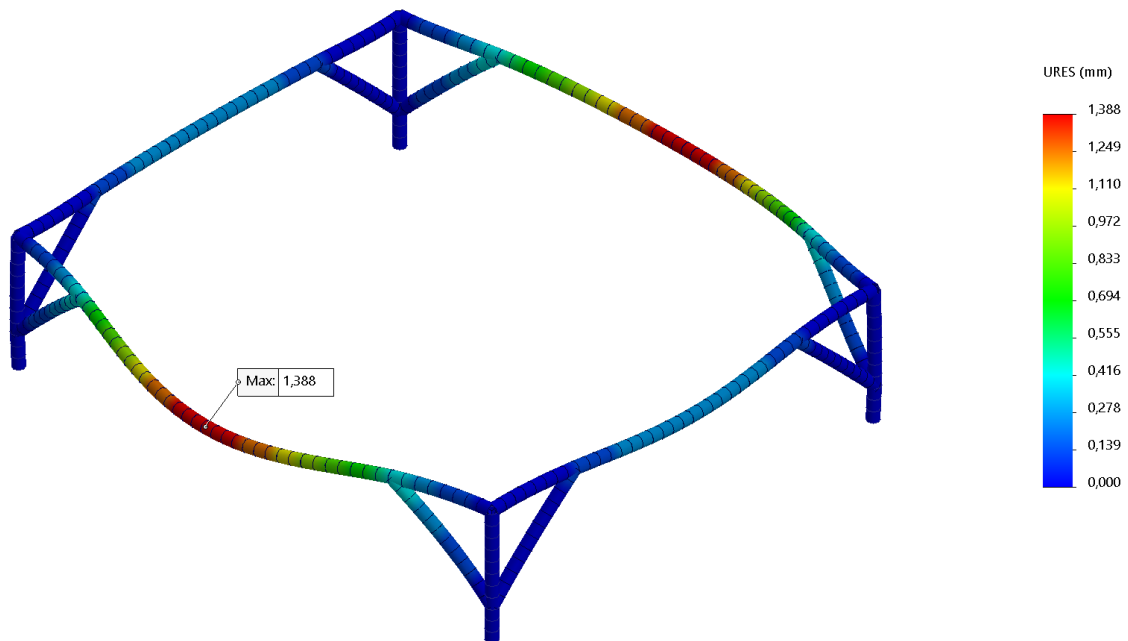
6) A szimuláció

A tartószerkezet és a szalagprés gép felületén megoszló terhelés van. A berendezés üres állapotban a 960 kg. Ennél a terhelésnél $50,1 \text{ N/mm}^2$ maximális feszültség keletkezik (23. ábra). Azért ezen a helyen, mert ez a leghosszabb „gerenda”. Az anyaginőség táblázatban is látszik, hogy ez az érték meg sem közelíti a megengedett feszültséget, tehát erre terhelésre a szerkezet megfelelt.



23. ábra: A tartószerkezetben ébredő feszültség 960 kg-nál

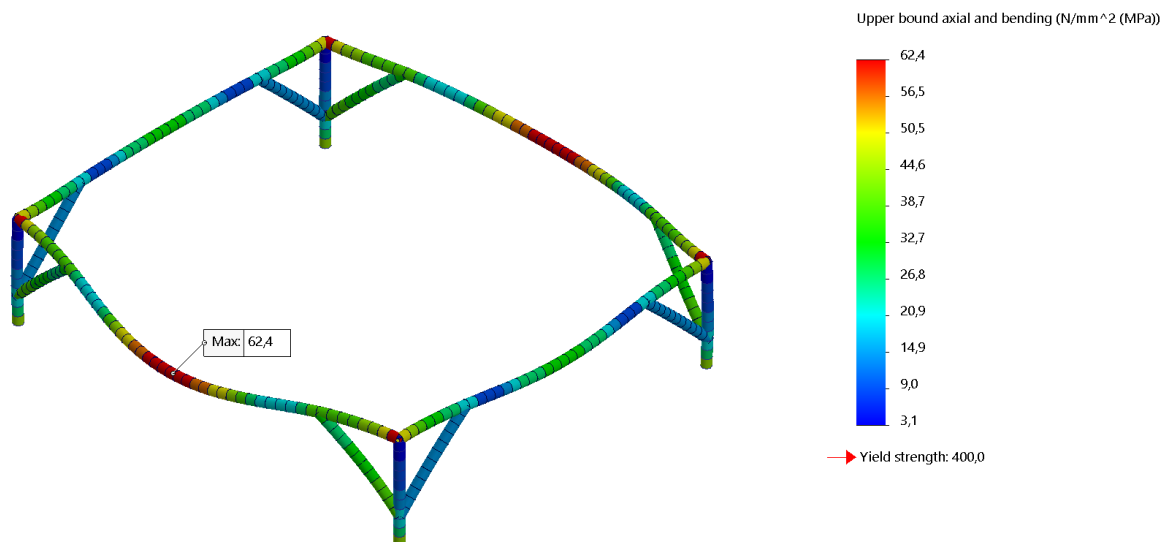
Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból



24. ábra: A tartószerkezet elmozdulása 960 kg terhelésnél

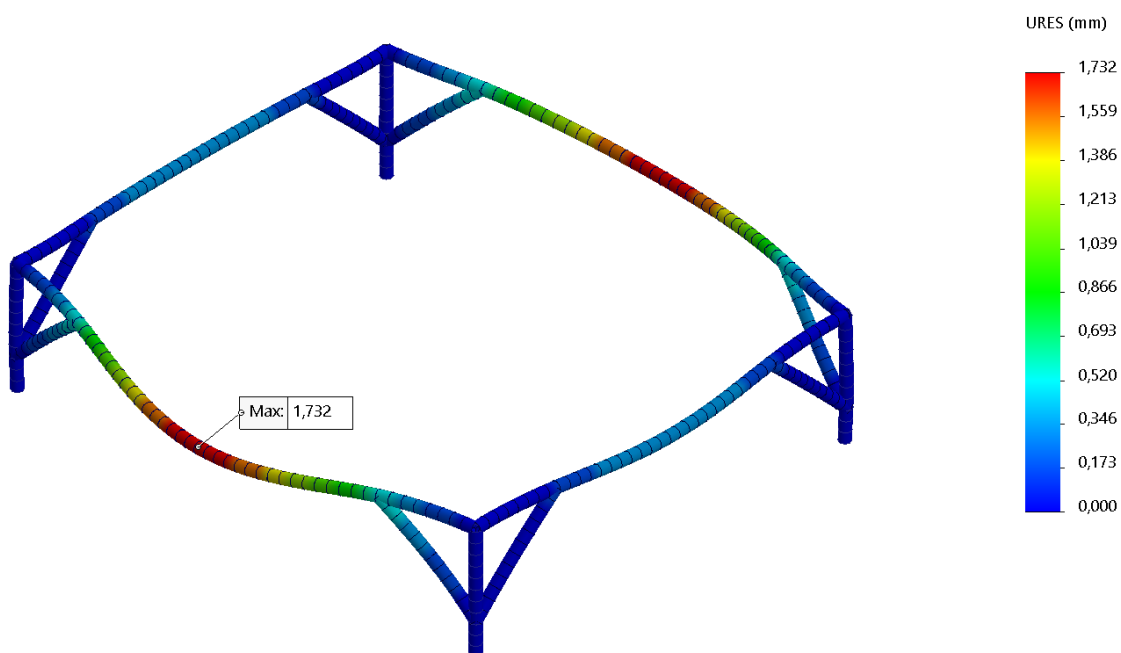
Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

A 24. ábra szerint, azon a helyen lesz a maximális elmozdulás, ahol a legnagyobb az ébredő feszültség. A maximális elmozdulás 1,388 mm, amely közel 2 000 mm-es hosszúság figyelembe vételével teljesen elfogadható. Így a konstrukció megfelelt.



25. ábra: A tartószerkezetben ébredő feszültség 1 200 kg-nál

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból



26. ábra: A tartószerkezet elmozdulása 1 200 kg terhelésnél

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

A szalagprés gép tömege üzemelése közben 1200 kg. Ennél a terhelésnél a legnagyobb ébredő feszültség 62,4 N/mm² (25. ábra), tehát erre a terhelésre is megfelelő a tartószerkezet. A maximális elmozdulás 1,732 mm, ami szintén nagyon kicsi érték 2 000 mm hosszúsághoz képest (26. ábra). Így a konstrukció elmozdulásra is megfelelt.

4.2.2. A tengelyvég gyártása technológiai folyamatának előkészítése

A szalagprés egy megtervezett konstrukció, készen megvásárolható berendezés. A gyártás szempontjából az ún. „flokulátor” elnevezésű segédberendezésének a vegyszerkeverő részegységét vizsgáltam. Ehhez kapcsolódóan a tengelyvég gyártástechnológiáját dolgoztam ki..

Ebben a fejezetben elvégzem a technológiai folyamat előkészítését, amely szükséges az alkatrész legyártásához.

a) A gyártás technikai feltételeinek körvonalazása

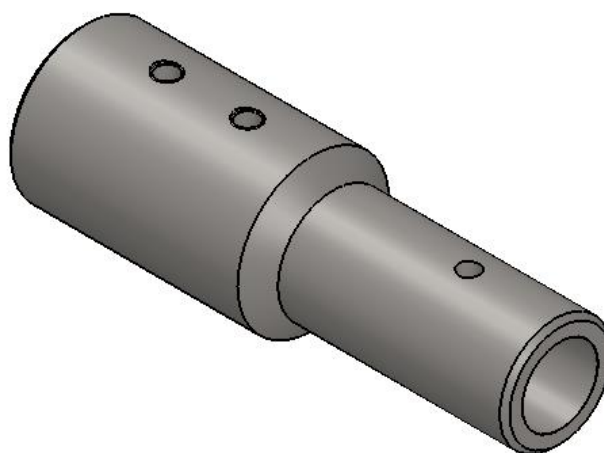
Megvizsgáltam, hogy a rendelkezésre álló géppark megfelel-e az alkatrész legyártásához. Az alkatrészek megmunkált felületeit figyelembe véve található rajta esztergálás, fúrás és dörzsárazás. Ezen megmunkálások megvalósításához a cég az összes szerszámgéppel rendelkezik. Ezért új gépek beszerzése nem szükséges (Dudás-Cser, 2010).

b) A gyártásszervezés típusának meghatározása

A fejezetben az alkatrész gyártandó mennyiségét vizsgáltam. Az alkatrészből csupán egy darab készült, saját célra. Ezért egyedi gyártásnak tekintjük.

c) Az alkatrész funkciója

Az általam választott alkatrész a szalagprés segédberendezésének, a vegyszerkeverő tartálynak a részegységéhez tartozik. A vegyszerkeverő részegységen a motor-hajtómű kivezetését és a köracélra menetes tengelyvéggel rögzített vegyszerkeverő lapátot kapcsolja össze (27. ábra). A gyártmányon, a furatos tengelyvégen a rögzítést két hernyócsavar és egy rugós csapszeg biztosítja.



27. ábra: Tengelyvég 3D-s képe

Forrás: Saját kép, Solidworks alkalmazásból

d) Helyesbített műhelyrajz készítése

A kapott műhelyrajzot megvizsgálva megállapítottam, hogy a rajz néhány helyen hiányos volt. Ezért elkészítettem az új műhelyrajzot, amely a 5. számú mellékletben található.

e) Az előgyártmány fajtájának, az előgyártás módjának kiválasztása

A munkadarab egy tengelyvég, amely egy hajtómű kivezetésére csatlakozik rá. A tengely szabványos méretű hengerelt előgyártmányból (köracélból) kerül legyártásra esztergálással.

Az előgyártmány anyagminősége (Fenyvessy, 2007):

X5CrNi18-10 (1.4301) – MSZ EN 10027

Könnyen forgácsolható korrózióálló acélok közé tartozik. Az 1.4301-es ötvözet az ausztenites acélok alapértelmezett minősége. Jó korrózióállósága, könnyű alakíthatósága és gyárthatósága mellett jó esztétikus megjelenéssel rendelkezik polírozott és csiszolt állapotában. Ellenáll a korrózióknak a legtöbb környezetben, feltéve, hogy a klorid- és sókoncentráció megfelelően alacsony szinten van.

Alkalmazási területek:

Az 1.4301-es minőségű ötvözet a legszélesebb körben használt anyag a rozsdamentes acélok piacán. Használja az élelmiszeripar, az olajipar, a vegyipar, az építészet és építőipar, az ékszeripar, a petrokémiai ágazat és alkalmazzák a konténergégyártásnál is [1].

f) Az előgyártmány méretének meghatározása

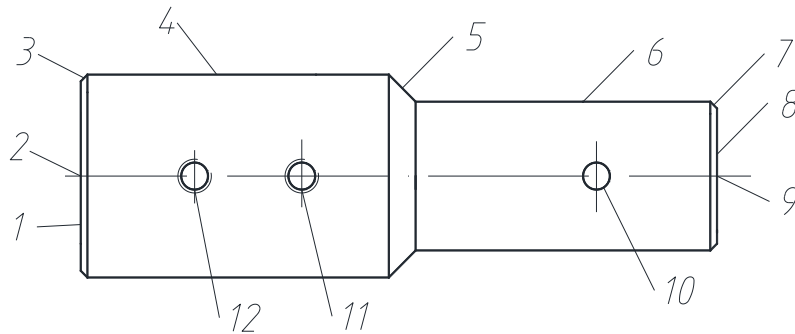
A ráhagyások megfelelő megállapítása fontos gazdasági kérdés, ugyanis a nem megfelelő ráhagyás megállapítása többletköltséget eredményez. Meghatároztam az előgyártmány méretét, majd elvégeztem a megmunkálási ráhagyások számítását.

4.2.3. A technológiai folyamat tervezése

a) A technológiai folyamat elvi vázlatának kidolgozása

A technológiai folyamatot technológiai folyamat szakaszokra úgynevezett TFSZ-re bontottam, amely a felületek felületminőségére utal (3., 4., 5. táblázat). A tengelyvég felületeit sorszámoztam az adott felületek megmunkálásának típusai szerint (28. ábra).

Az alkatrész felületekre bontása:



28. ábra: Tengely felületeinek számozása

Forrás: Saját szerkesztés

3. táblázat: Technológiai folyamat szakaszainak jelölése:

TF- szakaszok	Eljárás megnevezése	Funkció és főbb jellemzők
TFSZ 2	Nagyoló megmunkálás	Felesleges ráhagyások eltávolítása
TFSZ 4	Félsimító megmunkálás I.	Simítás: IT11-12, $R_a > 23,2$

Forrás: Dudás Illés: Gépgyártás – Technológia II.

4. táblázat: Megmunkálási eljárások kódjai:

Megmunkálási eljárás	Megmunkálási eljárás kódja
Esztergálás	a_1
Fúrás	a_2
Menetelés	a_3

Forrás: Dudás Illés: Gépgyártás – Technológia II.

5. táblázat: Technológiai folyamatszakaszok elvi vázlata (TFSZ):

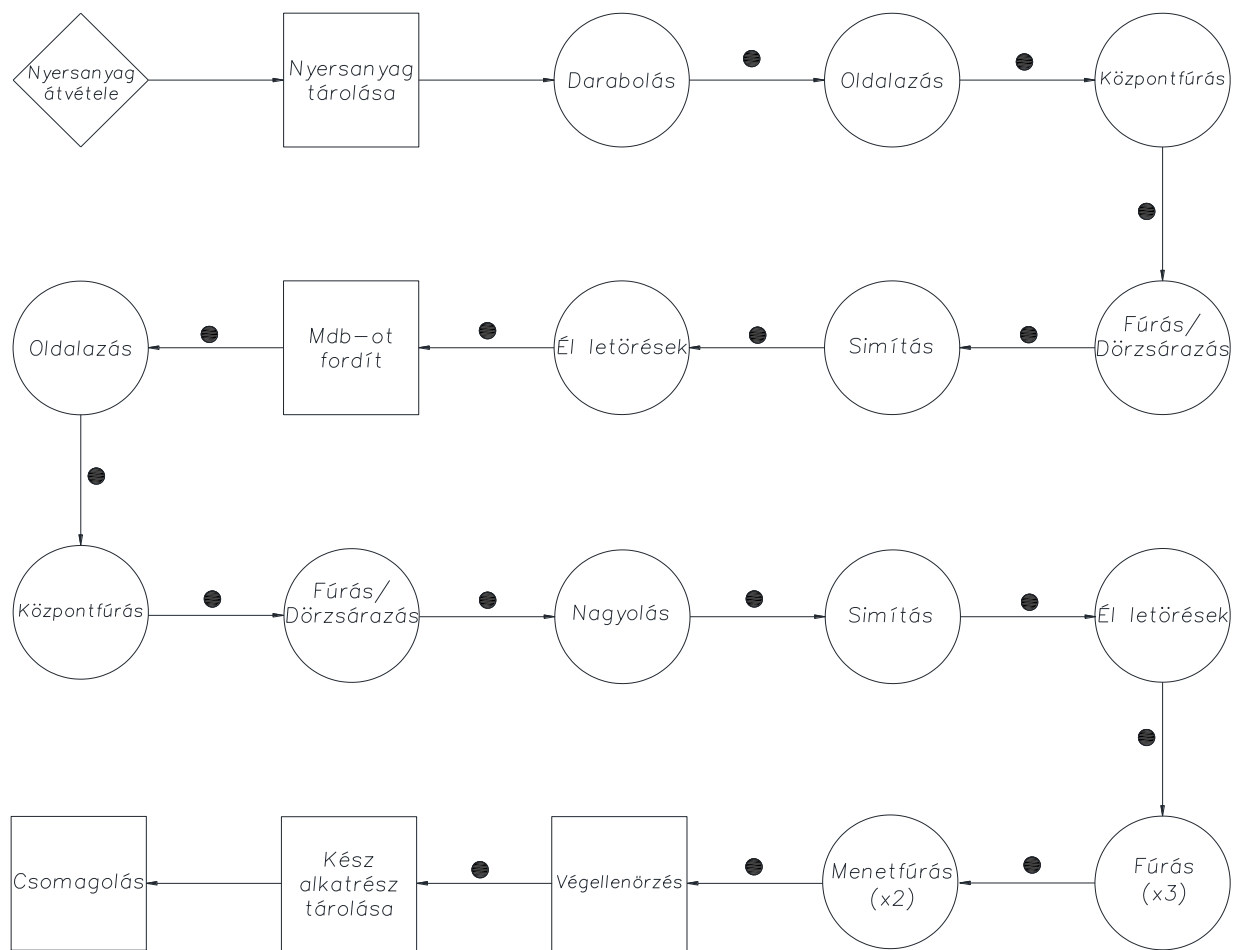
		Felületek kódja											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TFSZ 2	-	$a_{2,2}$	-	-	$a_{1,5}$	$a_{1,6}$	-	$a_{1,8}$	$a_{2,9}$	$a_{2,10}$	$a_{2,11}$	$a_{2,12}$	
TFSZ 4	$a_{1,1}$	-	$a_{1,3}$	$a_{1,4}$	$a_{1,5}$	$a_{1,6}$	$a_{1,7}$	$a_{1,8}$	-	-	$a_{3,11}$	$a_{3,12}$	

Forrás: Dudás Illés: Gépgyártás – Technológia II.

b) Meghatároztam a technológiai folyamatot alkotó műveletek sorrendjét

c) Tengelyvég megmunkálási folyamatábrája

A tengelyvég a gyártás során különböző megmunkálásokon megy keresztül. A következő ábra (29. ábra) segítségével bemutatom a különböző folyamatokat, amely tartalmazza a megmunkálási fázisok megnevezéseit és azokat a jelöléseket, amelyek az esetleges ellenőrzési pontokat tartalmazzák.



Alkalmazott jelölések:

- Megmunkálás
- Különféle műveletek
- ◇ Átvétel
- Ellenőrzés

29. ábra: Megmunkálási folyamatábra

Forrás: Saját szerkesztés

4.2.4. A technológiai folyamat részletes megtervezése hagyományos esztergagépen történő megmunkáláshoz

Kidolgoztam az alkatrész megmunkálási műveleteit hagyományos esztergagépen történő megmunkálásra. Meghatároztam a technológiai paramétereket az alkatrészen található felületekre.

Kiválasztottam az esztergakést a megmunkáláshoz [2]:

Késszár: PCLNR 2525 M16

Lapka: CNMG 160608 MM 2220

Meghatároztam a technológiai paramétereket a tengelyre:

Előgyártmány anyagára vonatkozó értékek (Fenyvessy, 2007)

X5CrNi18-10

A technológiai paraméterek meghatározását elvégeztem, a műveleti sorrendtervet elkészítettem, de ezeket terjedelmi okokból nem helyeztem el a dolgozatomban.

A technológiai dokumentációk, a műveleti utasítás és a tervezési rajzok a melléklet jegyzékben megtalálhatóak.

4.3. Szereléstechológia az új berendezéshez

A szereléstechológia című fejezetben elkészítettem a keverőlapát szereléstechológiáját, továbbá a szerelési műveleti utasítást, a 3D-s modell rajzokat, a tételszámozott összeállítási rajzot és a szerelési családfát. A szerelés lépéseit ábrákkal és részletes leírással mutattam be.

Ezeket a technológiai dokumentumokat a dolgozat terjedelme miatt nem helyeztem el a melléklet jegyzékben.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatómunkám során megállapítottam, hogy a dekantvízben vizsgált paraméterek közül a nehézfém elemek mennyisége alacsony, értékei a méréshatár alattiak. Ezzel szemben az arzén értéke igen változó tendenciát mutat. Bár ezek csak önellenőrző vízvizsgálatok, ez mégis felhívja a figyelmet az arzén paraméter értékeire. Az minden bizonnyal megállapítható, hogy a dekantvíz arzén értékét mindenképpen csökkenteni kell. Fel kell készülnünk az esetlegesen bekövetkező szigorodó jogszabályi változásokra.

Ezután elméleti számítással határoztam meg több év átlagában az egy év alatt keletkező arzénes vasiszap mennyiségét. Megállapítottam, hogy az évenként keletkező arzénes vasiszap mennyisége megegyezik az évenkénti kiszállításokkal. A gyakorlatban a kiszállítás félévente történik, mennyisége kb. 24m^3 . aminek a tömege kb. 50 tonna.

A jelenlegi állapotban elemeztem és táblázatban összesítettem 2020-2024-ig a kiszállított arzénes vasiszap fuvarokat a veszélyes hulladékot kísérő SZ- Kísérőlapok és a számlák alapján. A táblázatból egyértelműen kiderült, hogy a kiszállítások költsége a 4 év alatt több, mint a kétszeresére emelkedett.

Ezt követően üzemlátogatások során megvizsgáltam a társaságunknál alkalmazott különböző arzénes vasiszap víztelenítési megoldásokat és összegyűjtöttem az üzemeltetés során szerzett gyakorlati tapasztalatokat. A természetes víztelenítést, szikkasztást elsősorban kis- és közepes vízművek alkalmazzák, mivel csak ott gazdaságos, és szükséges hozzá megfelelő nagyságú elhelyezési szabad terület.

A gépi víztelenítési megoldások vizsgálata során megállapítottam, hogy csak két berendezés együttes alkalmazásával lehet elérni a kívánatos 70-80%-os szárazanyag tartalmat. Egy víztelenítő berendezés alkalmazásakor az elérhető szárazanyag tartalom általában 20% körüli, a különböző típusú berendezések között néhány század csak az eltérés.

A víztelenítő berendezések kiválasztását döntően befolyásolja a beszerzési ár. A szakirodalom megemlíti a kamrás prés és a membrán prés lehetőségét is. Bár ezeknél a drágább típusoknál akár 32-45% szárazanyag tartalom is elérhető, de a geszterédi vízműtelepen nem keletkezik folyamatosan és nagy mennyiségben arzénes vasiszap. Ezért ezeknek a berendezéseknek a beszerzése felesleges és indokolatlan beruházás lenne, figyelembe kell venni a megtérülési időt is. Az általam megismert típusok közül a szalagprés volt kapható a legkedvezőbb beszerzési áron (pl. a csigaprés gép ára háromszorosa a szalagprés gépnek).

Az LHP-1200 típusú szalagprés kiválasztása után derült ki, hogy egy kicsit túlméretezett a keletkező arzénes vasiszap mennyiségéhez képest, de ennél a gyakorlatban jól bevált típusnál is

idővel csökken a szalag szállítóképessége, ezért a biztonságos üzemelés miatt maradtam a nagyobb teljesítményű berendezés mellett. Az ülepítő medencék tisztítását hathavonta végzik, ezért a szalagprés üzemelése szakaszos, ami nem indokolja az automatizálás lehetőségét. Az irányítástechnikai fejlesztés tovább növelné nemcsak a beruházás, hanem az üzemeltetés, fenntartás költségét is. A munkabiztonság növelése érdekében a kézi vezérlés az optimális.

A konstrukció tervezésének ellenőrzése során, a végeelem módszer kiértékelése után megállapítottam, hogy a szerkezet biztonságos, megfelelően van méretezve.

A szalagprés egy bevált konstrukció, készen megvásárolható berendezés. A gyártás szempontjából az ún. „flokulátor” segédberendezés vegyszerkeverő részegységét vizsgáltam. Ehhez kapcsolódóan a tengelyvég gyártástechnológiáját dolgoztam ki.

Javaslatom az arzénos vasiszap arzén tartalom csökkentésére a polielektrolit vegyszer adagolása, valamint a középtávú terv keretén belül a szalagprés berendezés beruházásának, az arzénos vasiszap víztelenítésének mielőbbi megvalósítása.

Ezáltal együttesen csökken a dekantvíz arzéntartalma, valamint a tovább kezelendő arzénos vasiszap mennyisége is.

Az évente keletkező 45-50 tonna veszélyes hulladék elszállításának és kezelésre átadásának költsége az utóbbi években 4,5-4,7 millió forintra emelkedett. A beruházás megvalósulásával az elszállítandó iszap tömege évi 10 tonna mennyiségre csökkenthető, ezáltal a kezelési költség is 20-22%-ra csökken, amellyel jelentős megtakarítás érhető el.

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatom témájául Geszteréd vízműtelep ivóvíztisztítási technológiája során keletkező arzénos vasiszap kiszállításánál felmerülő problémák a megoldását választottam.

Cégünk a Tiszamenti Regionális Vízművek Zrt. a szolgáltatott ivóvíz minőségének ellenőrzése mellett, ugyanilyen fontosnak tartja a csatornába kibocsájtott technológiai dekantvíz minőségének folyamatos ellenőrzését is. A geszterédi vízműtelep számára hatósági határozat nem írja elő a dekantvíz monitoring ellenőrzését és a jelentési kötelezettséget, azonban ezzel szemben a vizsgáolólaboratórium által összeállított vízvizsgálati ütemterv negyedévente előírja az üleptető medence vízmintavételeit.

Sajnos napjainkban még nem terjedt el széleskörűen az arzénos vasiszap felhasználása. Leggyakrabban mindenféle veszélyes hulladékot fogadó, és az azonos osztályúakat együtt is kezelő hulladéklerakóban helyezzük el az arzénos vasiszapot. A megoldás előnye, hogy a hulladék biztonságosan, környezetszennyezést kizáró módon kerül lerakásra, az azt fogadó telep minden szükséges infrastruktúrával rendelkezik.

Céлом volt a jelenlegi állapot bemutatása mellett a probléma vizsgálatával a különböző lehetőségek megismerése és a lehető legmegfelelőbb megoldás megtalálása. Megállapítottam, hogy az utóbbi években az arzénos vasiszap kiszállítási költsége jelentősen megemelkedett. Együttesen emelkedtek a tovább kezelése, az elhelyezések és a fuvarok költségei is.

A dekantvíz arzén tartalmának további csökkentése, valamint az arzénos vasiszap víztelenítése, majd további kezelése, mindenképpen fontos és sürgető feladat.

A vállalatunknál a gördülő fejlesztési terv előírja a víziközmű- rendszerek számára a folyamatos beruházási, fejlesztési és pótlási terveket, amelyeket fontossági sorrendben kell tervezni. A középtávú tervek között szerepel az „Arzénos vasiszap víztelenítés kialakítása”. A külső konzulensem javaslatára választottam ezt a témát, mert a közeljövőben üzemünkben reálisan tervezett ennek a fejlesztésnek a megvalósulása. Az általam választott szalagprés berendezés költségvetése 60 millió forint. A költségszámítást a 2024. évi beszerzési ár alapján kalkuláltam. Bár a folyamatosan emelkedő árak miatt, minden bizonnyal 5 év múlva ez jóval több lesz, de a beruházásoknál 10%-kal megengedett a keret túllépése.

A szakdolgozat készítése közben folyamatosan konzultáltam a külső konzulensemmel. Minden előrehaladási fázisnál átbeszéltük a tapasztalatokat és közösen alakítottuk ki a végleges megoldást, ezzel is biztosítva és elősegítve a beruházás jövőbeni megvalósulását.

IRODALOMJEGYZÉK

Nyomtatott irodalom

- ANAWAR H. M., AKAI J., MOSTOFA K.M.G., SAFIULLAH S. és TAREQ S.M. (2002). Arsenic poisoning in groundwater. Health risk and geochemical sources in Bangladesh. Environment International, 27(7), 597-604
- AWWA RF: Arsenic Treatability options and Evaluation of Residual Issues. Denver, Colorado. 2000.
- DUDÁS I. (2011) Gépgyártás - Technológia II., Műszaki Kiadó, Budapest
- DUDÁS I. – CSER I. (2010) Gépgyártás - Technológia IV., Műszaki Kiadó, Budapest
- FENYVESSY T.- FUCHS R. - PLÓSZ A. (2007) Műszaki Táblázatok, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, TCS Média Kiadó, Budapest
- JUHÁSZ E. (2013): Települési szennyvíziszapok kezelése, KSZGY SZ tudományos előadás anyag
- ÖLLŐS G. (1998): Vízisztítás-üzemeltetés. pp 7-965, Eger: Egri Nyomda Kft.

Belső dokumentumok

- TRV Zrt. Kezelési utasítás Geszterédi Regionális Vízmű, Debrecen, (2015)
- TRV Zrt. Üzemeltetési utasítás Geszterédi Regionális Vízmű, Debrecen, (2023)
- Geszterédi Regionális Vízmű Vízbiztonsági terve, Debrecen, (2015)

Internetes források

- [1] .<https://inoxservice.hu/upload/inline/adatlapok/kovacsolt-tombok/1.4301%20-%20ADATLAP.pdf> (2024.09.08.)
- [2]. <https://www.sandvik.coromant.com> (2024.09.11.)

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Geszteréd Vízműtelep dekant medence arzén vízvizsgálati eredmények és üzemeltetési adatok (2016-2024)
2. számú melléklet: Geszteréd Vízműtelep közös nyers víz pH-, arzén-, mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)
3. számú melléklet: Geszteréd Vízműtelep szűrt, hálózatra menő víz pH, arzén-, mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)
4. számú melléklet: Geszteréd Vízműtelep nyers víz, szűrt víz, dekantvíz arzén-, mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)
5. számú melléklet: Műhelyrajz, tengelyvég rajza
6. számú melléklet: Műveleti utasítás tengelyvég
7. számú melléklet: Tartószerkezet tartályos rajza

1. számú melléklet

Geszteréd Vízműtelep dekant medence arzén vízvizsgálati eredmények és üzemeltetési adatok
(2016-2024)

Minta sorszáma	Mintavétel ideje	Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Dekantvíz (m^3/nap)	Nyers víz (m^3/nap)	Szűrt víz (m^3/nap)
01761/2016 - B	2016.03.07	22,3	210	4287	3675
05081/2016 - B	2016.06.21	19,7	254	4064	3409
06540/2016 - B	2016.08.09	21	247	5377	4502
09253/2016 - B	2016.11.08	38,2	241	3707	3085
02268/2017 - B	2017.03.07	26,4	273	4604	3964
05290/2017 - B	2017.06.09	25,2	251	5043	4428
07289/2017 - B	2017.08.10	18	147	5158	4845
10110/2017 - B	2017.11.07	27,4	124	3818	3532
02718/2018 - B	2018.03.13	27,3	238	4396	3826
06660/2018 - B	2018.06.12	28,1	245	5784	5012
09006/2018 - B	2018.08.07	18,2	248	5810	4977
13067/2018 - B	2018.11.06	37,3	277	4509	3573
02703/2019 - B	2019.03.05	24,8	250	4335	3859
06546/2019 - B	2019.06.04	25,3	265	4650	4081
09176/2019 - B	2019.08.06	21	176	4725	4204
13098/2019 - B	2019.11.04	35,3	242	4171	3574
02816/2020 - B	2020.03.11	24,5	246	4175	3793
06524/2020 - B	2020.06.09	25,1	183	4675	4217
08842/2020 - B	2020.08.04	24,4	246	5025	4308
13074/2020 - B	2020.11.03	31,4	190	4595	4080
02339/2021 - B	2021.03.02	24,3	248	4375	3793
06276/2021 - B	2021.06.01	21,8	227	4562	4107
09014/2021 - B	2021.08.03	13,7	243	5378	4913
12950/2021 - B	2021.11.02	28,1	242	4401	3866
02248/2022 - B	2022.03.01	29,6	424	5384	4106
06277/2022 - B	2022.06.07	22,8	238	6035	5387
08729/2022 - B	2022.08.02	22,2	246	4742	4360
12895/2022 - B	2022.11.08	19	243	4229	3794
02527/2023 - B	2023.03.07	24,3	250	4343	3975
06159/2023 - B	2023.06.06	36,8	247	4283	3840
08209/2023 - B	2023.08.02	24,9	250	4948	4493
12225/2023 - B	2023.11.07	25,4	248	4649	4175
02241/2024 - B	2024.03.05	19,2	270	4643	4039
05659/2024 - B	2024.06.04	19,3	248	4543	4270
08064/2024 - B	2024.08.06	19,2	247	4826	4434

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgáolólaboratórium

2. számú melléklet

Geszteréd Vízműtelep közös nyers víz pH-, arzén-, mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények
(2016-2024)

Minta sorszáma	Mintavétel ideje	pH	Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Mangán ($\mu\text{g/l}$)	Vas ($\mu\text{g/l}$)
01413/2016 - B	2016.03.07	7,05	25,2	680	1524
03301/2016 - B	2016.06.21	7,39	26,4	686	1458
06541/2016 - B	2016.08.09	7,41	23,4	665	1524
08641/2016 - B	2016.11.08	7,11	26,6	668	1532
01560/2017 - B	2017.03.07	7,23	26,7	677	1517
03342/2017 - B	2017.06.09	6,44	24,6	698	1554
07295/2017 - B	2017.08.10	7,42	24,8	709	1704
10380/2017 - B	2017.11.07	7,51	21,6	692	1700
01562/2018 - B	2018.03.13	7,44	31	847	2057
03302/2018 - B	2018.06.12	7,45	30	768	1802
09013/2018 - B	2018.08.07	7,43	27,6	173	1721
11180/2018 - B	2018.11.06	7,56	28,2	702	1705
01482/2019 - B	2019.03.05	7,32	23,2	605	1341
03887/2019 - B	2019.06.04	7,5	29,1	723	1672
09175/2019 - B	2019.08.06	7,78	20,8	606	1506
13361/2019 - B	2019.11.04	7,46	26,3	708	1619
01184/2020 - B	2020.03.11	7,37	23,7	668	1689
03850/2020 - B	2020.06.09	7,46	26,7	599	1539
08841/2020 - B	2020.08.04	7,15	26,1	157	1683
13065/2020 - B	2020.11.03	7,55	26,6	692	1676
01146/2021 - B	2021.03.02	7,12	23,5	688	1598
03660/2021 - B	2021.06.01	7,25	24,2	743	1698
09719/2021 - B	2021.08.03	7,18	21,5	523	1170
12865/2021 - B	2021.11.02	7,29	22,8	565	1604
01811/2022 - B	2022.03.01	7,57	22,1	625	1421
03580/2022 - B	2022.06.07	7,58	26,2	632	1578
08727/2022 - B	2022.08.02	7,18	26,7	475	1443
13116/2022 - B	2022.11.08	7,18	19,6	667	1512
02035/2023 - B	2023.03.07	7,66	30,1	634	1675
03770/2023 - B	2023.06.06	7,31	29,2	638	1689
08207/2023 - B	2023.08.02	7,52	24,9	653	1476
13456/2023 - B	2023.11.07	7,59	27,1	689	1674
01883/2024 - B	2024.03.05	7,54	29,9	653	1502
03870/2024 - B	2024.06.04	7,33	26,3	678	1557
08070/2024 - B	2024.08.06	7,18	19,3	475	1443

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

3. számú melléklet

Geszteréd Vízműtelep szűrt, hálózatra menő víz pH, arzén-, mangán-, és vas vízvizsgálati eredmények (2016-2024)

Minta sorszáma	Mintavétel ideje	pH	Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Mangán ($\mu\text{g/l}$)	Vas ($\mu\text{g/l}$)
01760/2016 - B	2016.03.07	7,18	9,1	<30	<30
03735/2016 - B	2016.06.10	7,53	8,8	40	71
07534/2016 - B	2016.08.13	7,3	7,4	34	93
10179/2016 - B	2016.11.06	7,24	9,6	<30	54
02267/2017 - B	2017.03.07	7,42	8,7	<30	72
05059/2017 - B	2017.06.06	7,30	9,6	<30	62
07304/2017 - B	2017.08.14	7,15	8,2	<30	<30
10111/2017 - B	2017.11.07	7,45	8,1	<30	<30
02719/2018 - B	2018.03.13	7,45	8,2	<30	<30
06665/2018 - B	2018.06.12	7,35	9,4	<30	67
10345/2018 - B	2018.08.03	7,11	8	<30	63
13413/2018 - B	2018.11.13	7,49	10	<30	<30
02704/2019 - B	2019.03.05	7,26	9,4	<30	41
06547/2019 - B	2019.06.04	7,57	9,2	<30	51
09177/2019 - B	2019.08.06	7,24	9,9	35	147
13107/2019 - B	2019.11.04	7,50	9,2	36	138
02817/2020 - B	2020.03.11	7,51	7,4	<30	38
06525/2020 - B	2020.06.09	7,27	10	37	122
08843/2020 - B	2020.08.04	7,06	9,9	67	120
13631/2020 - B	2020.11.11	7,57	6,8	<30	37
02338/2021 - B	2021.03.02	7,35	6,7	45	102
06284/2021 - B	2021.06.01	7,52	8,4	<30	36
09013/2021 - B	2021.08.03	6,99	7,7	<30	70
12949/2021 - B	2021.11.02	7,40	8,4	<30	<30
02247/2022 - B	2022.03.01	7,37	7,3	<30	37
06276/2022 - B	2022.06.07	7,48	8,4	50	189
08728/2022 - B	2022.08.02	7,43	8,5	<30	<30
12894/2022 - B	2022.11.08	7,54	8,1	<30	131
02526/2023 - B	2023.03.07	7,61	9,1	<30	<30
06158/2023 - B	2023.06.06	7,47	9,3	<30	75
08208/2023 - B	2023.08.02	7,46	9,2	31	51
12224/2023 - B	2023.11.07	7,44	7,9	<30	<30
02242/2024 - B	2024.03.05	7,32	9,4	<30	<30
05658/2024 - B	2024.06.04	7,49	8,8	<30	34
08027/2024 - B	2024.08.02	7,45	9,6	35	132

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

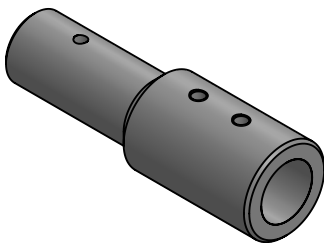
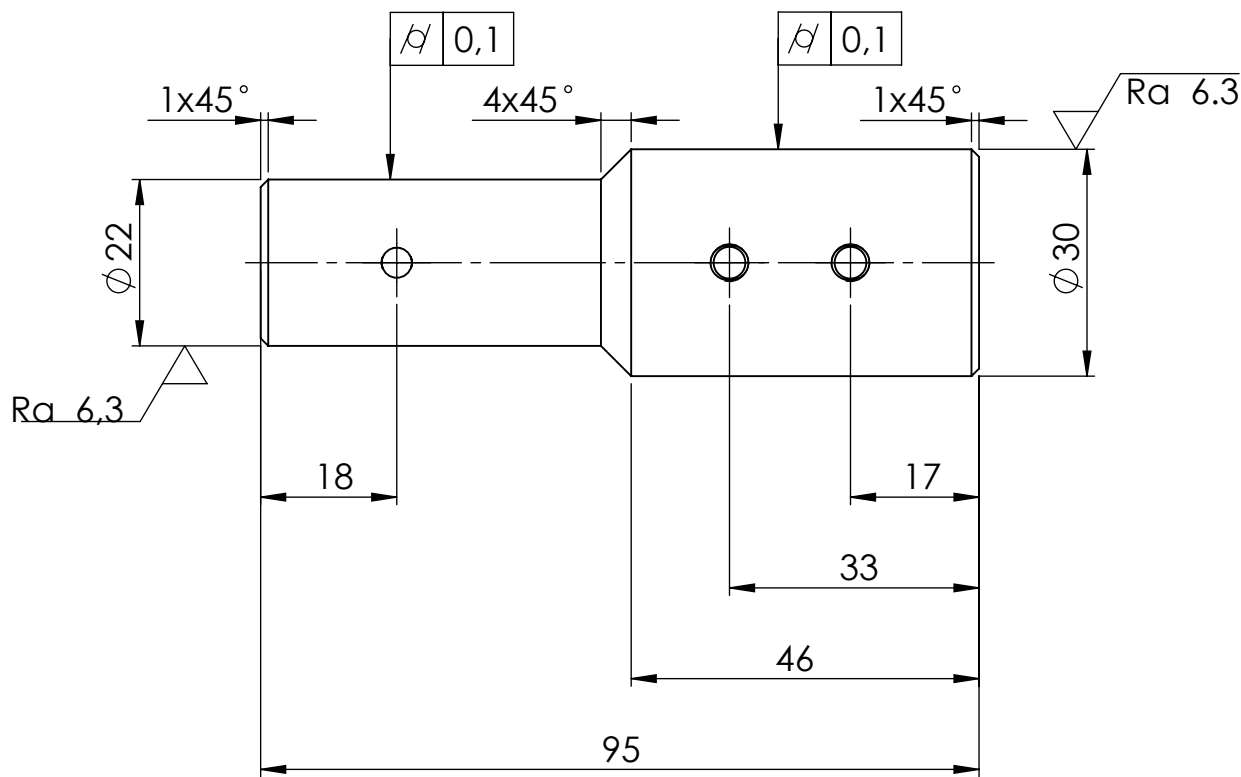
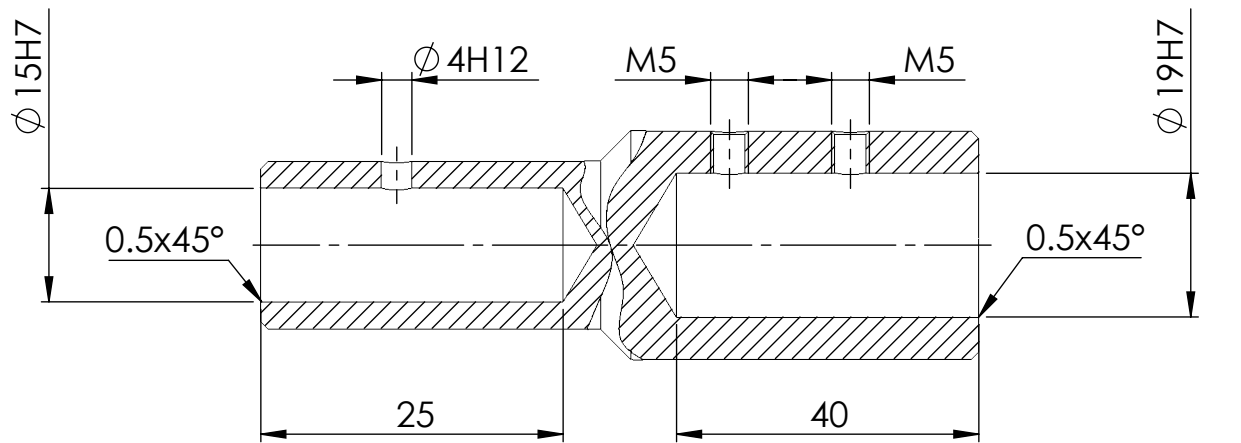
4. számú melléklet

2016-2024-ig Geszteréd Vízműtelep nyers víz, szűrt víz, dekantvíz arzén-, mangán-, és vas
vízvizsgálati eredmények

Mintavétel ideje	Nyers víz Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Szűrt víz Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Dekantvíz Arzén ($\mu\text{g/l}$)	Nyers víz Mangán ($\mu\text{g/l}$)	Nyers víz Vas ($\mu\text{g/l}$)	Szűrt víz Mangán ($\mu\text{g/l}$)	Szűrt víz Vas ($\mu\text{g/l}$)
2016.03.07	25,2	9,1	22,3	680	1524	<30	<30
2016.06.21	26,4	8,8	19,7	686	1458	40	71
2016.08.09	23,4	7,4	21	665	1524	34	93
2016.11.08	26,6	9,6	38,2	668	1532	<30	54
2017.03.07	26,7	8,7	26,4	677	1517	<30	72
2017.06.09	24,6	9,6	25,2	698	1554	<30	62
2017.08.10	24,8	8,2	18	666	1495	<30	<30
2017.11.07	21,6	8,1	27,4	684	1473	<30	<30
2018.03.13	31	8,2	27,3	847	2057	<30	<30
2018.06.12	30	9,4	28,1	768	1802	<30	67
2018.08.07	27,6	8	18,2	173	1721	<30	63
2018.11.06	28,2	10	37,3	702	1705	<30	<30
2019.03.05	23,2	9,4	24,8	605	1341	<30	41
2019.06.04	29,1	9,2	25,3	723	1672	<30	51
2019.08.06	20,8	9,9	21	606	1506	35	147
2019.11.04	26,3	9,2	35,3	609	1470	36	138
2020.03.11	23,7	7,4	24,5	668	1689	<30	38
2020.06.09	26,7	10	25,1	599	1539	37	122
2020.08.04	26,1	9,9	24,4	157	1683	67	120
2020.11.03	26,6	6,8	31,4	692	1676	<30	37
2021.03.02	23,5	6,7	24,3	688	1598	45	102
2021.06.01	24,2	8,4	21,8	743	1698	<30	36
2021.08.03	21,5	7,7	13,7	523	1170	<30	70
2021.11.02	22,8	8,4	28,1	565	1604	<30	<30
2022.03.01	22,1	7,3	29,6	625	1421	<30	37
2022.06.07	26,2	8,4	22,8	545	1480	50	179
2022.08.02	26,7	8,5	22,2	632	1578	<30	<30
2022.11.08	19,6	8,1	23,4	475	1443	<30	131
2023.03.07	30,1	9,1	24,3	634	1675	<30	<30
2023.06.06	29,2	9,3	36,8	638	1689	<30	75
2023.08.02	24,9	9,2	24,9	653	1476	31	51
2023.11.07	27,1	7,9	27,4	689	1674	<30	<30
2024.03.05	29,9	9,4	19,2	653	1502	<30	<30
2024.06.04	26,3	8,8	19,3	678	1557	<30	34
2024.08.06	19,3	9,6	19,2	475	1443	35	132
MIN	19,3	6,7	13,7	157	1170	<30	<30
MAX	31	10	38,2	847	2057	50	179
ÁTLAG	26,3	8,7	25,3	623	1570	30	105

Forrás: NAH-1-1294/2019 számon regisztrált akkreditált vizsgálólaboratórium

5. számú melléklet



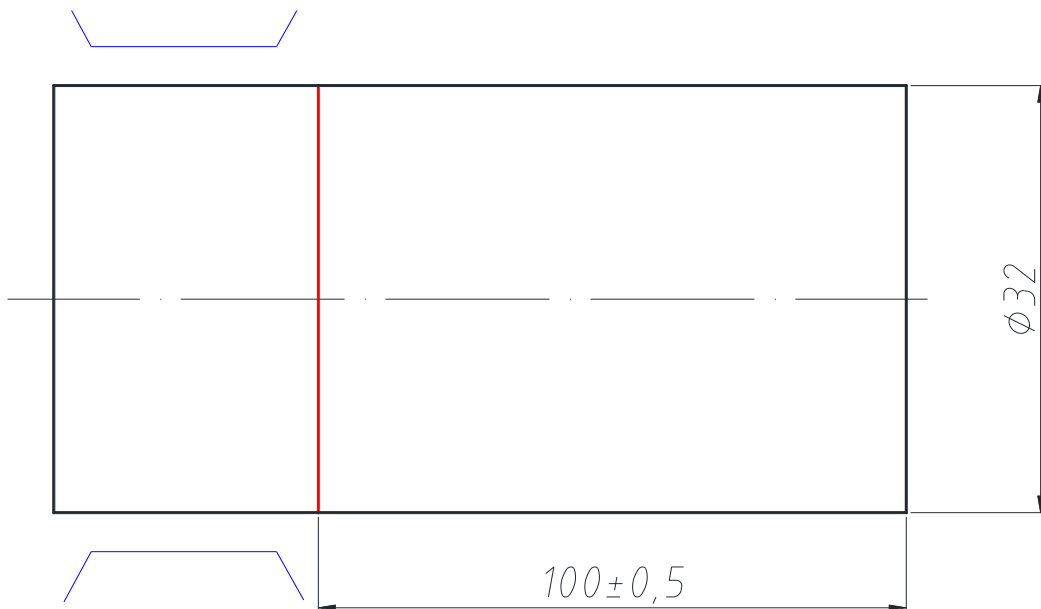
Ø15H7	+0,018
	0
Ø19H7	+0,021
	0

Jelöletlen tűrések ISO 2768-mK

Tervező: Szilágyi Jánosné	Megnevezés: Tengelyvég	Méret- arány: 1:1	Nyíregyházi Egyetem	
Dátum: 2024.09.24		Tömeg:		
Ellenőrizte:		Rajzsám:	Lapok sz.: sz. lap	

6. számú melléklet

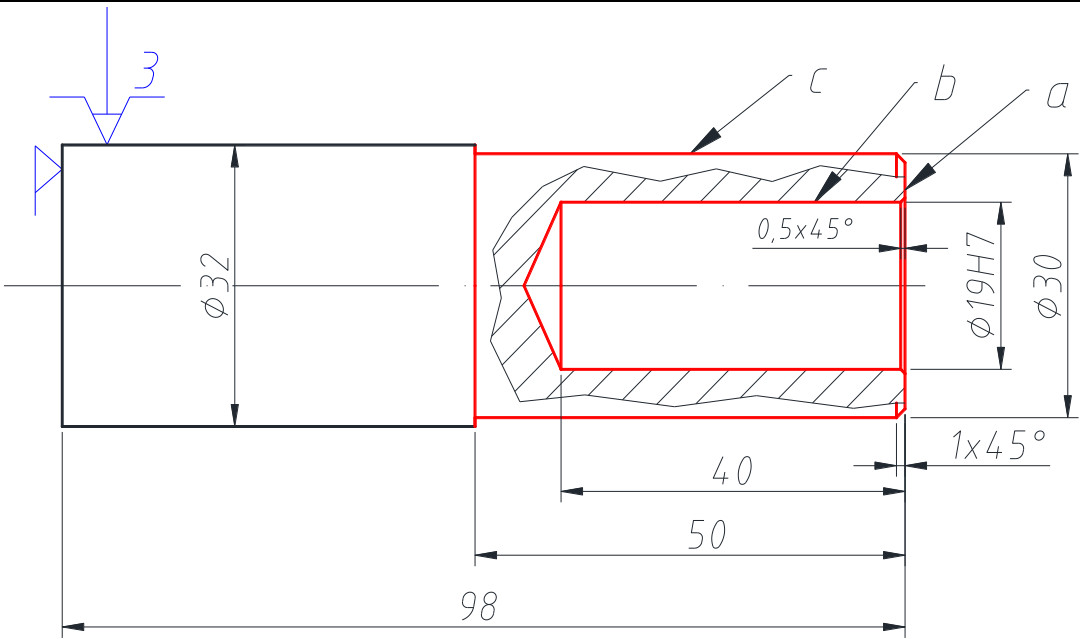
Cég: Nyíregyházi Egyetem		Műveleti utasítás		Műv. ut. sz.: 1.	Lap sz.: 5
Gyártási jel:	Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: Tengelyvég			Md. jele:
Anyag: X5CrNi18-10	Nyersméret: Ø32x100	Anyag állapota:	Művelet megnevezése: Darabolás	Műv. Jele: 1.1.-1.3.	Műveletterv sz.:



Sor-szám	Művelet tagozódása	Megm. felület.	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v [m/min]	n [1/min]	f [mm/min]	a [mm]	i		
1.	Befogás gépsatuba		Gépsatu							
2.	Darabolás 100 mm-re		Fűrész							
3.	Kifogás, ellenőrzés		Mérőszalag							
Kiállította		Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Előkészületi idő		Darabidő		Érvényes darabsz.-ra	
					norm. idő	pótidő	norm. idő	pótidő	-tól	-ig
Javítások										
Jel	Javította	Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Műhely: Forgácsoló	Csoport:	Géptípus			Gép leltársz.
							norm.	„a”		
Kapja	Péld sz.						Szükség szerinti változat	„c”		
	oszt.							„d”		

6. számú melléklet

Cég: Nyíregyházi Egyetem		Műveleti utasítás		Műv. ut. sz.: 2.	Lap sz.: 5
Gyártási jel:	Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: Tengelyvég			Md. jele:
Anyag: X5CrNi18-10	Nyersméret: Ø32x100	Anyag állapota:	Művelet megnevezése: Esztergálás	Műv. Jele: 2.1.-2.8.	Műveletterv sz.:



Sor-szám	Művelet tagozódása				Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v [m/min]	n [1/min]	f [mm/min]	a [mm]	i	
1.	Tokmányba befog, ütköztetés					Hárompofás esztergatokmány						
2.	Oldalazás 98 mm-re					PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	110,5	1100	0,4	1	2	
3.	Központfúrás					Központfűrő, forgócsúcs	110,5	1100	kézi		1	
4.	Fúrás Ø18,5 mm-re					HSS csigafűrő Ø18,5	20,3	350	0,2		1	
5.	Dörzsárazás Ø19H7 mm-re					Gépi dörzsár Ø19	29,8	500	kézi		1	
6.	Simítás Ø30x50 mm-re					PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	181	1800	0,1	0,5	2	
7.	Él letörése 1x45°					PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	169	1800	kézi	1	1	
8.	Él letörése (furatban) 0,5x45°					PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	107	1800	kézi	0,5	1	
9.	Kifogás és ellenőrzés					Tolómérő 0-150mm/0,01						
Kiállította		Kelet		Ellenőrizte	Kelet		Előkészületi idő		Darabidő		Érvényes darabsz.-ra	
							norm. idő	pótidő	norm. idő	pótidő	-tól	-ig
Javítások												
Jel	Javította		Kelet		Ellenőrizte	Kelet	Műhely: Forgácsoló	Csoport: Eszterga	Géptípus			Gép leltársz.
									norm.	„a”		
										„b”		
										„c”		
Kapja	Péld sz.						Szükség szerinti változat	„d”				
	oszt.											

Cég: Nyíregyházi Egyetem		Műveleti utasítás				Műv. ut. sz.: 3.	Lap sz.: 5			
Gyártási jel:		Rajzszám:	Munkadarab megnevezése: Tengelyvég					Md. jele:		
Anyag: X5CrNi18-10		Nyersméret: Ø32x100	Anyag állapota:	Művelet megnevezése: Esztergálás	Műv. Jele: 3.9.-3.10.		Műveletterv sz.:			
Sor-szám	Művelet tagozódása		Megm. felület	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v [m/min]	n [1/min]	f [mm/min]	a [mm]	i	
1.	Tokmányba befog, ütköztetés			Hárompofás esztergatokmány						
2.	Oldalazás 95 mm-re			PCLNR 2020 K12 CNMG 120408-PR 4225	110,5	1100	0,4	1	3	
3.	Központfűrés			Központfűrő, forgócsúcs	110,5	1100	kézi		1	
4.	Fűrés Ø14,5 mm-re			HSS csigafűrő Ø14,5	21,2	450	0,2		1	
5.	Dörzsárazás Ø15H7 mm-re			Gépi dörzsár Ø15	23,5	500	kézi		1	
6.	Nagyolás Ø24x45 mm-re			PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	110,5	1100	0,4	2	2	
7.	Simítás Ø22x45 mm-re			PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	136	1800	0,1	0,5	2	
8.	Él letörése 4x45°			PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	170	1800	kézi	4	1	
9.	Él letörése 1x45°			PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	124	1800	kézi	1	1	
10.	Él letörése (furatban) 0,5x45°			PCLNR 2525 M16 CNMG 160608-MM 2220	47	1800	kézi	0,5	1	
	Kifogás és ellenőrzés			Tolómérő 0-150mm/0,01						
Kiállította		Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Előkészületi idő		Darabidő		Érvényes darabsz.-ra	
					norm. idő		pótídő		-tól -ig	
Javítások										
Jel	Javította	Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Műhely:	Csoport:	Géptípus		Gép leltársz.	
					Forgácsoló	Eszterga	norm.	„a”		
							„b”			
							„c”			
Kajpa	Péld sz.						„d”			
	oszt.						„d”			

Sor-szám	Művelet tagozódása	Megm. felület.	Szerszám, mérőeszköz, készülék	v [m/min]	n [1/min]	f [mm/min]	a [mm]	i		
1.	Befogás puhapofás gépsatuba		Oszlopos fúró, gépsatu							
2.	Furat fúrása – (1db)	a	HSS csigafúró Ø4	17,6	1400	0,2		1		
3.	Furatok fúrása – menet előfúrás (x2db)	b, c	HSS csigafúró Ø4	17,6	1400	0,2		1		
4.	Menetfúrás – M5	b, c	HSS menetfúró M5			kézi				
5.	Kifogás, ellenőrzés		Tolómérő 0-150mm/0,01							
Kiállította		Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Előkészületi idő		Darabidő		Érvényes darabsz.-ra	
					norm. idő	pótidő	norm. idő	pótidő	-tól	-ig
Javítások										
Jel	Javította	Kelet	Ellenőrizte	Kelet	Műhely: Forgácsoló	Csoport: Fúró	Géptípus			Gép leltársz.
							norm.	„a”		
								„b”		
								„c”		
Kapja	Péld sz.					Szükség szerinti változat	„d”			
	oszt.									

Cég: Nyíregyházi Egyetem						Műveleti utasítás							Műv. ut. sz.: 5.		Lap sz.: 5			
Gyártási jel:			Rajzszám:			Munkadarab megnevezése: Tengelyvég									Md. jele:			
Anyag: X5CrNi18-10			Nyersméret: Ø32x100			Anyag állapota:		Művelet megnevezése: Végellenőrzés				Műv. Jele: 5.1.-5.3.		Műveletterv sz.:				
VÉGELENŐRZÉS MŰHELYRAJZ SZERINT																		
Sor-szám	Művelet tagozódása					Megm. felület.	Szerszám, mérőeszköz, készülék				v [m/min]	n [1/min]	f [mm/min]	a [mm]	i			
1.	Átmérőket mér						Tolómérő 0-400mm/0,01 Tolómérő 0-200mm/0,01											
2.	Hosszméreteket mér						Tolómérő 0-200mm/0,01											
3.	Furatokat mér						Tolómérő 0-200mm/0,01											
Kiállította	Kelet		Ellenőrizte		Kelet		Előkészületi idő			Darabidő		Érvényes darabsz.-ra						
							norm. idő		pótido		norm. idő		pótido		-tól	-ig		
Javítások																		
Jel	Javitotta		Kelet		Ellenőrizte		Kelet		Műhely:		Csoport:		Géptípus			Gép leltársz.		
									Forgácsoló		MEO		norm.		„a”			
							„b”											
Kapja	Péld sz.							„c”										
	oszt.							„d”										