

4. ábra: A víz hőmérsékletének változása

Az ábra nem vesz tudomást arról, hogy a víz hónapban mérhető időtartamban úton van. Ősszel a kútvíz melegebb lehet a Duna-víznél, hisz a kútba érkező víz 1-2 hónappal korábban, nyáron lépett a vízáadó rétegbe. Ezt a kérdést ugyancsak az áramlási rétegmodellel válaszolhatjuk meg, ahogy a Duna-kút-távolság időben kifejezett hosszát is.

Összegzés

Vannak esetek – és ilyen a kolmatáció is –, amikor az adott eszközzel a jelenséget magyarázni nem lehet. Ilyenkor szükség van társterületek bevonására, jelen esetben a (mikro)biológiára. Arra is szükség lehet, hogy egyszerű meglátások mentén, a víztermelés alapfeladatából kiindulva keressük a választ. A vízmennyiség biztosítása mellett nem hagyható figyelmen kívül a vízminőség szavatolása sem.

Hivatkozások

Ivicsics, L., Salamin, P.: *Hidromechanikai modellkísérletek*. Műszaki Kiadó, Budapest, 1968
 Jekel, M., Grünheid, S.: *Ist die Uferfiltration eine effektive Barriere gegen organische*

Substanzen und Arzneimittelrückstände? GWF Wasser-Abwasser 148, Nr. 10. 2007
 Juhász, J.: *Hidrogeológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002
 Mátyus, S.: *Vízművek üzemi problémái*. Budapest Székesfőváros Vízműveinek kiadása, 1940
 Öllös, G.: *A vízellátás-csatornázás értelmező szótára*. Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény, 2002
 Rózsa, A.: *Beszivárgásvizsgálatok a Szentendrei-Duna medrében*. Hidrológiai Közöny, 2000/2
 Simándi, P.: *Szennyvíztisztítási technológiák II*, 2011 / fogalomtár: kolmatáció https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Szennyviztisztitasi_technologiak_II
 Tolnai B.: *The operational method of biological filtration*. *Modern Environmental Science and Engineering*, 2018, Volume 4, Number 7
 Tolnai B.: *A biofilmen belüli folyamatok*. *Vízmű Panoráma*, 2019/1
 Török L.: *Kolmatáció*. *Online Vízügyi Szótár*, 2015, <http://www.gwpszotar.hu/>
 Wein J.: *Budapest Főváros Nyilvános Vízművei*. Budapest Főváros kiadásában, 1883

Köszönetnyilvánítás

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap (NKFI) által kiírt „Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása” című pályázat keretében finanszírozott, „Nagy szűrőfelületű, épített szűrős vízbeszerzési technológia fejlesztése” című, KFI_16-1-2017-0515 azonosítószámú pályázat keretében végzett kutatás-fejlesztési tevékenység egy részeredménye e cikk. A szerző hálával tartozik az AGM Beton Zrt., az Aquaworks Kft., az Aquadrill_92 Kft. alkotta konzorcium támogatásának.

GONDOLATOK A ZÓNÁS VÍZMÉRLEGRŐL



KIVONAT A technológia rohamos fejlődése mellett mindent egyre pontosabban meg tudunk és meg is lehet mérni. Ezen technológiai lehetőség mellett azonban a szakma továbbra sem képez, legalábbis széles körben, nyomászónára vonatkozó vízmérlegeket. Jelen cikk ennek előnyeit, az elkészítés szempontjait veszi sorra.

KULCSSZAVAK vízmérleg, nyomászóna, betáplálás, algoritmus, leolvasás, vízvesztesség, éjszakai minimum fogyasztás

MÁRIALIGETI BENCE *MaVíz*
 Lektorálta: **TOLNAI BÉLA** *okl. gépészmérnök*

Sok helyen találkozni azzal a véleménnyel, hogy nyomászónánként értékesítési adatot képezni/kapni nem lehet. Szíven ütött a mondat. Tudom, hogy sok helyen valóban nem találkozni ezzel a mutatóval. Fontos téma a nem értékesített víz kérdése, költünk sokat a hálózati veszteség csökkentésére. Nagyon sok időt fordítunk arra, hogy új technológiákat ismerjünk meg, átadjuk egymásnak a tapasztalatainkat. Arról viszont nagyon kevés szó esik – azt is meg merem kockáztatni, hogy nem beszélünk róla –, hogy nyomászónánként mekkora az értékesítési különbség és ez hogyan viszonyul a zónafogyasztáshoz. Pedig akkor, amikor „nem kiszámálható, de elköltött” forintokat keresünk, ez az egyik legfontosabb mutató lehetne. Hogyan lehet az, hogy abban a korban, amikor a lakásban az intelligens kütyük száma többszöröse az emberek számának, akkor

egy ilyen fontos és egyszerű kérdésre, hogy egy jól meghatározott területen mekkora az időegységre eső értékesítés, nem tudunk válaszolni. Hogyan lehet az, hogy az informatikai kütyük világában egy ilyen egyszerű, alapvetően informatikai, információ-logikai kérdésre nem válaszolunk? Ha értékesítési különbözetről beszélünk, márpedig arról beszélünk, akkor úgy illik, hogy az egyik oldalon az értékesítés legyen. Márpedig erről keveset hallani. Ebben a témakörben leginkább hálózati veszteségeket keresünk. Pedig a szakirodalom és a tapasztalat is azt mutatja, hogy az értékesítési különbség fele a hálózati veszteség, fele az adminisztratív vagy értékesítési veszteség. A nyomászónának pedig azért van fontos szerepe, mert ez az a logikailag zárt hálózati egység, melyre pontosan elkészíthető mindenfajta mérleg:

- Zóna vízfogyasztás (vízmérleg)
- Zóna éjszakai vízfogyasztás
- Zóna csőtörésen elfolyt víz
- Zóna saját vízfelhasználás
- Zóna értékesített vízmennyiség
- Zóna energiamérleg

Jelen cikkben zónás vízmérleg alatt a nyomászónákban rendelkezésre álló (felhasználásra felkínált) és az onnan akármilyen okból és módon kivett vízmennyiségek közötti összefüggést értjük.

Zónák vízfogyasztásának elemzése tisztán SCADA adatokból

Zóna vízfogyasztás

A már minden társaságnál meglévő SCADA rendszerből az adatok megfelelő aggregálásával (5 perces/félórás vagy órás/napi) a zónafogyasztás adat képezhető: Zónafogyasztás = betáplált vízmennyiség – továbbemelt vízmennyiség +/- medence víztartalék-változás. A nyomászónák és a megfelelő mérések összerendelése egyszerű adatbázis-kezelési feladat. Egy dologra kell figyelni: a gépházi térfogatáram-méréseket nyomászónánként kell kialakítani. Ez abban az esetben nem okoz problémát, ha a gépház fogalmát eleve logikai értelemben alakítjuk ki, és minden gépháznak megmérjük a térfogatáramát.

A mérési adatokból képzett mennyiség kiszámítása nem bonyolult. A kapott vízfogyasztási érték időalapja órás (vagy maximum napos) nagyságrendű. Az indirekt úton így kiszámított „vízfogyasztás” úgymond maradékelven magába foglalja a fogyasztói csapolókon és a hálózati sérüléseken át a zónából távozó vízmennyiséget. Hidraulikai hálózatszámításkor fővezeték-mélységű modellezés esetén ezt a vízfogyasztási értéket osztjuk szét a hálózat csomópontjai között valamilyen megfontolás mentén (pl. MTZ-módszer).

| Mért mennyiség | Megjegyzés | Az érték forrása |
|---------------------|--|------------------|
| Q_B | A zónák többsége egy betáplálással bír. Többes betáplálás esetén a betápok összegzendők. | SCADA mérés |
| Q_T | Továbbemelés csak az ún. tranzitzónákon van. A zónák többsége azonban nem rendelkezik szivattyúzott továbbemeléssel. | SCADA mérés |
| $\Delta V/\Delta t$ | A zónán lehet több medence. Mindegyik medence vízdóforgalma figyelembeveendő. Ha a zónán nincs medence, értelemszerűleg vízforgalma sincs. | SCADA mérés |
| Q_F | A zóna vízfogyasztása (zónaterhelés) számított érték. | SCADA számítás |

A mennyiségek mértékegysége: m³/h

1. táblázat: Zóna vízfogyasztás adatok SCADA rendszerből

A mért adatok összefüggését a következő ábra mutatja:



1a. ábra: SCADA zóna vízmérleg adatok értelmezése, kiszámítása

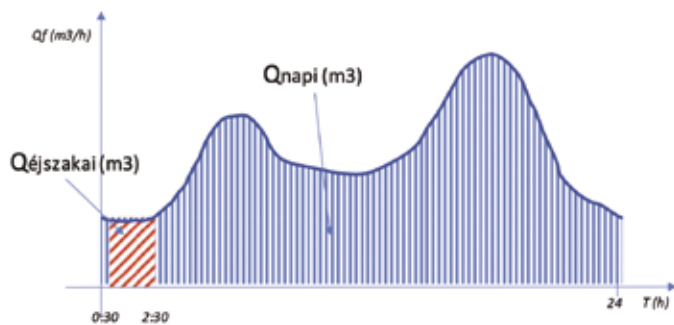
| Zóna | Betáplálás (m ³ /h) | Továbbemelés (m ³ /h) | Medence Változás (m ³ /h) | Zónafogyasztás (m ³ /h) |
|--------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Zóna 1 | Q1 | Q2+Q3+Q4 | ΔQ1 | $Q_F = Q1 - (Q2+Q3+Q4) +/- \Delta Q1$ |
| Zóna 2 | Q2 | - | ΔQ2 | $Q_F = Q2 +/- \Delta Q2$ |
| Zóna 3 | Q3 | - | - | $Q_F = Q3$ |
| Zóna 4 | Q4 | - | ΔQ3 | $Q_F = Q4 +/- \Delta Q3$ |

1b. ábra: SCADA zóna vízfogyasztás adatok értelmezése, kiszámítása

„A zónák vízfogyasztása” a SCADA felületen kötelezően megjelenítendő táblázat, amely a napi jelentés része.

Zóna éjszakai vízfogyasztás

A vízfogyasztási értékek idősorának elemzéséből az éjszakai minimum vízfogyasztás mértéke egyszerűen kiolvasható. Az éjszakai vízfogyasztás értéke (m³/d) a teljes napi zónafogyasztáshoz viszonyítva (m³/d) megadja azt a viszonyszámot, hogy érdemes-e ebben a zónában a hálózati vízvesztéseket más eszközökkel is keresni. A következő ábra az éjszakai és napi vízfogyasztás értelmezését adja meg:



2. ábra: Napi és éjszakai fogyasztás értelmezése

Az éjszakai fogyasztás időszakára eső összes fogyasztás (Q éjszakai, m³) vehető össze a teljes napi fogyasztással (Q napi, m³) vagy az éjszakai időszak (0:30 és 2:30 között) átlagfogyasztása (Q éjszakai, m³/h) vehető össze a napi átlagfogyasztással (Q d átlag, m³/h). Mindkét megoldás jó lehet.

Vízmérleg

A (közvetlen) vízmérleg az IWA ajánlásnak megfelelő elemek számszerűsítésével készíthető el. A szükséges adatokat különböző információs rendszerekből kell gyűjteni. Időalapja általában az év. Ez a vetítési alap azonban csak az éves jelentések összeállításához ad információt. Nem zónánként készül, hanem a vállalat egészére.

Ez a felfogás azonban alkalmatlan a hibás működés megtalálására, kiküszöbölésére. Rövidebb időalapra van szükség, amely a ma már általánosnak mondható informatikai applikációk sajátosságainak megfelelően nem lehet rövidebb egy hónapnál. Hosszabbra választani sem érdemes ezt az időalapot, mert akkor az észlelt anomália – pl. megnövekedett értékesítési különbözet – esetén nincs idő a hibát megtalálni, elhárítani, legyen az akár műszaki vagy adminisztratív eredetű.

A számszerűsíthető vízmérleg-összetevők jellemzői

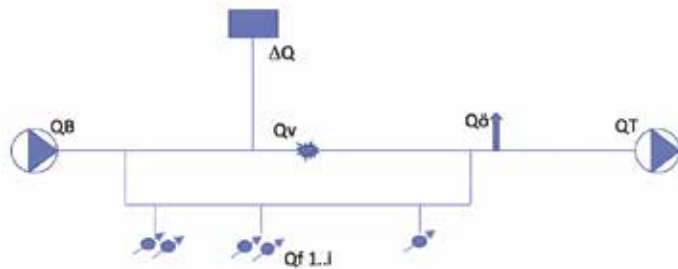
| Mért mennyiség | Megjegyzés | Az érték forrása |
|---------------------|--|---|
| Q_B | A zónák többsége egy betáplálással bír. Többes betáplálás esetén a betápok összegzendők. | SCADA mérés hónapra integrálva |
| Q_T | Továbbemelés csak az ún. tranzit zónákon van. A zónák többsége azonban nem rendelkezik szivattyúzott továbbemeléssel. | SCADA mérés hónapra integrálva |
| $\Delta V/\Delta t$ | Havi szinten a medencekülönbséget nem számottevő, elhanyagolható a mértéke. | ~ 0 |
| Q_V | A veszteség azon része, amely becsülhető. Csősérüléseken elfolyt víz, amely algoritmus alapján (adott esetben SCADA mérésből) becsülhető. | WMS* összesítés havonta |
| Q_0 | Önfelhasználás, amely becsülhető. Öblítés, medencemosás stb. | WMS* összesítés havonta |
| Q_f | A zónán található főmérők összegzett adata. Ez a művelet nem egyszerű, mert a mérőket különböző időben olvassák le (diktálással havonta, kéthavonta, félévente). A fogyasztói méréseknek a kerek hónapot illetően nem igazán van egzakt értéke. Az aktuális havi, a fogyasztói csapolókon (főmérőkön) átfolyt vízmennyiség csak egyfajta becslési algoritmus futásával állítható elő. Majd ezen értékeket kell összegezni. | Becslési algoritmus, majd CIS** összesítés havonta |

* WMS: Work Management System (munkairányítási rendszer)

** CIS: Customer Information System (ügyfélszolgálati rendszer)

2. táblázat: Számszerűsíthető vízmérleg összetevők

A fenti mennyiségek értelmezése zónavázlaton:



3. ábra: Számszerűsíthető vízmérleg összetevők értelmezése zónavázlaton

A zónába fogyasztásra felkínált víz: $Q_B - Q_T \rightarrow \Delta Q \sim Q_B - Q_T$

Műszaki okokból elfolyó-elhasznált víz: $Q_V + Q_0$

Főmérőkön átfolyt víz ΣQ_f

Értékesítési különbség: $\dot{E}k = (Q_B - Q_T) - \Sigma Q_f$

Érdemes egy módosított értékesítési különbség mutatót, egy értékesítési különbség „vessző” mennyiséget is definiálni: $\dot{E}k' = (Q_B - Q_T) - (Q_V + Q_0) - \Sigma Q_f$, azaz $\dot{E}k' = \dot{E}k - (Q_V + Q_0)$

Az így képezhető módosított értékesítési különbség minden olyan öszszevőt tartalmaz, amelyet vagy közvetlenül mérünk vagy kellő pontossággal becsülhetünk. Mélyebben az értékesítési különbség mértékét még így is vízvesztési (rejtett elfolyások) és adminisztratív (vízlopások, mérőpontatlanságok stb.) határozzák meg okként. Az értékesítési különbség mértékegysége $m^3/hó$ és zónánként értelmezett. A havi zónás értékesítési különbség, módosított értékesítési különbség éves időszora nemcsak az időszakos sajátságokat tükrözi vissza, hanem az év folyamán látni kell benne a felfedezett hibák elhárítása utáni javulásokat is. Tulajdonképpen ez az értelme az értékesítési különbség képzésének. A havi zónás vízmérleg előállítása nem igényel különösebb ráfordításokat, csak szoftverfejlesztést.

Nagy zónák esetében – ha az értékesítési különbség nagy – lehet értelme vízvesztés-elemzési körzetek időszakos kialakításának. Kisebb területen az anomáliák megtalálása könnyebb.

Csőtörésen elfolyt víz

A csőtöréseken elfolyt víz általában nem jelentős mennyiség, viszont a teljesség kedvéért mindenképp gyűjteni és dokumentálni kell. Ennek gyűjtése a munkairányítási rendszer feladata. Ennek során két feladatot kell elvégezni: – meg kell határozni, hogy ez a vízfolyás melyik zónához tartozik; – meg kell becsülni, hogy egy sérülésen/javításon mennyi víz folyhatott el.

Minden meghibásodás egy adott postai címen történik. Az adott cím előtt egy vagy több vezeték húzódik, melyek egy vagy több nyomászónához tartozhatnak. Azt kell tehát eldönteni, hogy melyik vezetéken történt a sérülés és meg is van a nyomászóna. Ez pedig akkor, amikor minden cég rendelkezik valamilyen szintű térinformatikával (hiszen az e-közművet is „táplálja”), nem lehet nehéz feladat. A sérülésen elfolyt víz mennyiségének megadására két lehetőség van: kézzel beírni vagy egy algoritmusmal számoltatni. Előbbi abban az esetben javasolható, ha olyan csőátmérőről van szó, melyen hiba esetén „jó eséllyel” az elfolyt víz olyan mértékű, hogy a SCADA rendszerben is látható, és ezért megadását a körülményeket mérlegelő művezetői becsléstől joggal várhatjuk.

Kisebb átmérők esetén a nyomászóna nyomásszintjéből (adatbázisadat) a szakirodalomban található szivárgási képletek valamelyikének alkalmazásával a veszteség számolható. A csőtörésen elfolyt víz egy eseményhez kötött, rögzítése a munkalapokon történik. Hálózati veszteség összetevő ebből az értékből úgy lesz, ha az adott hónapban keletkezett munkalapok „elfolyt víz” mezőjében szereplő értékeket összegezzük. Az eredmény mértékegysége így $m^3/hó$ lesz.

Saját vízfelhasználás

A saját vízfelhasználás dokumentálása szintén a munkairányítási rendszerben történik, tekintettel arra, hogy minden munkavégzés ebben a rendszerben dokumentálásra kerül, a vízfelhasználással járó munkák is. Ebben az esetben szintén két dolgot kell meghatározni:

- meg kell határozni, hogy a vízfelhasználás melyik zónához tartozik;
- meg kell becsülni, hogy mekkora az elhasznált vízmennyiség.

Tekintettel arra, hogy tervezett munkáról van szó, a munkairányítási rendszerben az adott munka tervezetten kerül felvételre az érintett objektum vagy hálózatrész megadásával. A nyomászónának minden esetben adatbázis adatnak kell lennie. Ezeknél a tervezett munkáknál a vízfelhasználás igen pontosan megadható, mert például medencemosásoknál a vízvételezés vízáramán keresztül történik, míg például öblítéseknél a SCADA rendszerek félórás zónafogyasztás-adataiból pontosan számolható. A saját vízfelhasználás ugyancsak eseményhez kötött, rögzítése szintén a munkalapokon történik. Vízfelhasználási összetevő ebből az értékből úgy lesz, ha az adott hónapban keletkezett munkalapok „elhasznált víz” mezőjében szereplő értékeket összegezzük. Az eredmény mértékegysége így szintén $m^3/hó$ lesz. A zónánkénti értékesítési különbség hatékony ábrázolása lehet még az előző módszer mellett az éves (12 hónapos) mozgó átlag. Ez az ábrázolás kiküszöböli az évszakos eltéréseket, a ritka leolvasások adta bekötési fogyasztás becslési algoritmus hibáit.

Zóna értékesített vízmennyiség

A nyomászóna értékesített vízmennyisége egy adott vezetékrendszeren lévő bekötéseken elhelyezkedő átadási pontokon leolvasott vízmennyiség értéke. Ezen adatok közül pedig mindegyiket ismerjük. Tudjuk,

melyik vezetérendszeréről van szó, tudjuk, hol vannak bekötéseink és átadási pontjaink (vízóra), a leolvasások pedig vízórákra (átadási pontok) történnek. Hogy is néz ki a fenti összefüggés egy víziközmű szolgáltató informatikai és üzemeltetési rendszerében? A 3. táblázat és 2. ábra alapján jól látható, hogy az adatok közötti összefüggést a digitális hálózatnyilvántartás biztosítja, pontosabban a címnyilvántartás. Az információk tehát ismertek. Akkor miért van az, hogy mégsem készül el ez az igen fontos mutató?

Az alábbi okokat látom:

- a nyomászóna mint alapvető hálózati egység fogalma és kezelése nem valósul meg;
- a hálózatnyilvántartás és/vagy ügyfélszolgálati rendszer nem alkalmas arra, hogy a logikai adatkapcsolatot biztosítsa az egyes rendszerek között;
- érdeklődés hiánya.

Ehelyütt van azonban egy valódi, de nem megoldhatatlan nehézség is. A vízmérők leolvasása nem előre rögzített időponthoz kötött. Sok esetben a fogyasztó bediktál. Vannak átalánydíjas fogyasztók, amelyek leolvasási ciklusa hosszabb a hónapnál: félév, esetleg év. Így ezekhez a fogyasztókhoz – vagy általában minden fogyasztási helyhez – csak egy becslési algoritmus segítségével rendelhetünk havi fogyasztási adatot. Ez az adat nem számlázási célú adat, de a vízmérleg készítéséhez elengedhetetlen lépés. Ez azt jelenti, hogy ezen értékek kimunkálása a számlázási rendszer részének kell lennie. Ennek hiányában a zónafogyasztások egyszerű összegzéssel nem is készíthetők el, még a bekötések és nyomászónák megfelelő összerendelése esetén sem. Fontos belátni, hogy a kívánatos rendszerintegráció csak akkor valósulhat meg, ha az abban résztvevő minden applikáció alkalmazkodik. A nyomászóna fogalmának kezelése alapvető fontosságú. Sok esetben azonban nem nyomászónát kezelnek a szolgáltatók, hanem „vesztéskörzet” megnevezésű rendszereket. Ezek azonban nem alkalmasak arra, hogy a nyomászónák helyét átvegyék. Ezek arra alkalmasak,

hogy nagy nyomászónák esetében, ahol a zónamérlegek nem vezetnek az értékesítési különbözet csökkentésében további eredményre, szűkítsék a vizsgált területek nagyságát. Ezt a módszert azonban minden esetben a nyomászónák részeként kell kezelni, vigyázva a logikai és mérlegegységre.

A hálózatnyilvántartás esetén két tényező fontos:

- a nyomászóna-tulajdonság konzekvens és logikailag zárt végigvezetése;
- a közös közterület-adatbázis megteremtése az egyes informatikai rendszerek között (WMS, CIS, AM-FM-GIS).

A második szempont főleg abban az esetben releváns, ha a nyilvántartó rendszer (AM-FM-GIS) és az ügyfélszolgálati rendszer (CIS) átadási pontjainak összepárosítása nem történt meg azok egyedi azonosítója alapján. Az összepárosítás mellett azonban fontos (ahogy a munkairányítási rendszerben is) annak a digitális folyamatszabályozásnak a konzekvens működtetése, mely a CIS felületen nem engedi módosítás végrehajtását anélkül, hogy az AM-FM-GIS oldalon ne jelenjen meg a vonzata. A közterület-adatbázis relevanciája munkairányítási szempontból kisebb, hiszen ott leginkább meglévő digitális térképen (térinformatika) történik a beavatkozás tényleges helyének megjelölése. Itt azt kell csak a digitális folyamatszabályozás eszközeivel biztosítani, hogy egy munkafolyamaton belül ez az azonosítás ellenőrzöttent megtörténjen. Fontos még megemlíteni, hogy a sokszor hivatkozott digitális folyamatszabályozás nem egy, ill. nemcsak egy műszaki folyamat leképezése, hanem egy üzleti modell konzekvens végrehajtása, mely a hatékonyság eszköze.

Visszatérve tehát az eredeti állításra és kérdésre, hogy lehet-e nyomászónánként értékesítési adatot és vízmérleget képezni, a válasz egyértelműen az: nemcsak lehet, hanem kell is, ha érdemben akarunk hatékonyságról, a belső veszteségek feltárásáról és csökkentéséről beszélni! Az ehhez szükséges ráfordításigény csupán egy becslő algoritmus kifejlesztése. A vállalat árbevételének töredéke.



TORRICELLI, EVANGELISTA

(1608 – 1647)

TOLNIA BÉLA

okleveles gépészmérnök

Torricelli, itáliai fizikus és matematikus 1608. október 15-én született a Róma melletti Faenzában. Nagyon szegény családból származott. Apja textilmunkás volt, három testvére mellett ő volt a legidősebb. Szülei becsületére vált, hogy észrevették különös tehetségét, akik a nagybátyához, Jacopo testvérhez, egy Camaldolese barátához küldték. A szerzetes előbb maga taníttatta, majd mikor a fiú elég nagy lett, beadta a jezsuita kollégiumba. 1624-től 1626-ig Torricelli matematikát és filozófiát tanult, nem tisztázott, pontosan hol, valószínűleg Rómában, a Collegio Romanóban. Apja korán meghal, édesanyja és testvérei követték Rómába.

A jezsuitáknál Benedetto Castellinél tanul, aki a római University of Sapienza tanára is volt. Nem tudni pontosan, hogy Torricelli járt-e az egyetemre vagy csak Castelli magántanulója volt, mindenesetre a matematikát, a hidraulikát, a mechanikát és a csillagászatot kiválóan elsá-

játította. 1626 és 1632 között Castelli titkára is volt, munkájáért cserébe tanulhatott.

Torricelli tudományos munkájáról egy 1632. szeptember 11-i keltezésű, Galileinek írott levélből sokat megtudhatunk. Galilei tulajdonképpen Castellivel levelezett, de távollétében a titkára válaszolt. Az ambíciózus fiatalember csodálta Galileit, végül lehetőséget kapott nála tanulni. A levélből kiderül, hogy Torricelli nagyon is egyetértett Galilei asztronómiai nézeteivel, amely a ptolemaioszi világmép elutasítása és a kopernikuszi tanok hirdetése volt.

1641-ben Castelli Rómából Velencébe utazott, ám útközben megállt Arcetriben – itt élt Galilei az inkvizíció házi fogságában –, és átadta neki Torricelli néhány munkájának másolatát, jószívvvel ajánlva, hogy fogadja meg asszisztensének. Torricelli 1641 októberében érkezik Arcetribé,