

## Víztermelés a parti szűrés kihasználásával

Budapest vízellátása 100%-osan parti szűrésre épül, melynek alapját a Duna jobb és bal partján, valamint a dunai szigeteken telepített mintegy 150 csáposkút jelenti.

Budapest közüzemű vízellátása több mint 130 évre tekint vissza. 1892-ben széleskörű vizsgálatok, valamint hazai és külföldi szakértők véleménye alapján kezdődött el a parti szűrésű vízbeszerzés rendszerének kiépítése a Duna mentén. Az eredeti tervek szerint a folyó menti kavicssterazok megcsapolására a legelőnyösebb megoldást, a galériákat kívánták alkalmazni, végül azonban a kivitelezések megkönnyítése érdekében a hasonló működést biztosító kútsorok mellett döntöttek. Ettől az időtől számítható a parti szűrésen alapuló, aknakutakra, csápozott aknakutakra, később csáposkutakra épülő vízbeszerzés kiépítése.

Az 1960-as évektől Budapest vízigénye jelentősen megnövekedett, így olyan víznyerő műtárgy kifejlesztése vált szükségessé, amely

*gyorsan megépíthető, kedvező a bekerülési költsége és nagymennyiségű víz kinyerésére alkalmas.*

E szempontok figyelembe vételével építették meg az első úgynevezett törpe csáposkutát, majd a partszakasz mentén, 250-300 méterenként több kút megépítésével kútsorok jöttek létre, és így az egész partél

## Water production using bank filtration

Budapest's water supply is based on a 100% bank filtration system with approx. 150 horizontal filtering wells installed on the two banks of the Danube as well as on the islands of the river.

The public utility water system of Budapest has a history of over 130 years. Based on comprehensive tests and the opinions of Hungarian and foreign experts, construction of the water production system using bank filtration began in 1892 along the Danube river. The original plans favoured so-called galleries to tap into the gravel terraces along the river. Eventually, however, rows of wells offering similar operation were used to make construction easier. The construction of the water production system based on bank filtration, shaft wells, horizontal shaft wells and then horizontal filtering wells began at that time.

In the 1960s water demand in Budapest significantly increased, which necessitated a water resource structure which

*can be installed quickly, has a low historical cost and is suitable for the abstraction of large volume of water.*

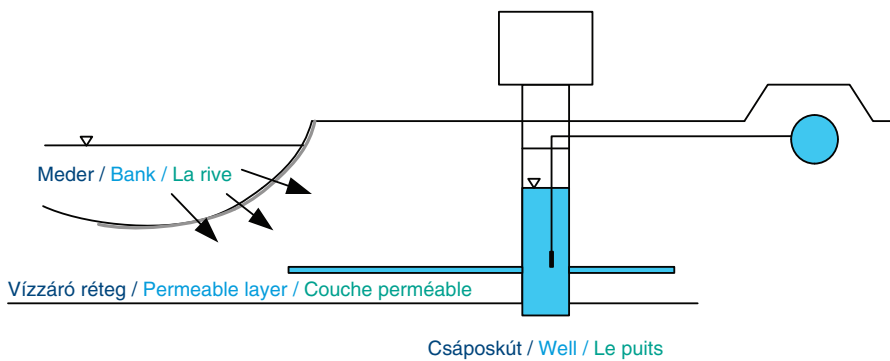
These were the considerations based on which the first so-called mini horizontal filtering well was built. Later additional wells were set up

## Production d'eau basée sur la filtration sur berge

L'approvisionnement en eau de Budapest est basé à 100% sur la filtration sur berge, celui-ci étant réalisé par les quelques 150 puits à drains rayonnants construits sur les rives droite et gauche du Danube, ainsi que dans les îles du Danube.

Le réseau public d'eau de Budapest a une passé de plus de 130 ans. C'était en 1892, suivant des analyses détaillées et les opinions des experts hongrois et étrangers, que la construction du réseau d'approvisionnement en eau basé sur la filtration sur berge a commencé au long du Danube. Selon le plan original les terrasses en gravier au bord du fleuve auraient été drainées par les galeries, ce qui semblait être la solution la plus favorable, mais finalement, les lignes de puits, assurant un fonctionnement semblable, ont été réalisées pour rendre l'exécution plus simple. C'est à partir de cette période que la construction du réseau d'eau basé sur la filtration sur berge, fonctionnant avec des puits creusés, des puits creusés à drains rayonnants et plus tard des puits à drains rayonnants, a commencé.

A partir des années 60, le besoin en eau de Budapest a augmenté considérablement, ce qui a rendu indispensable le développement d'un ouvrage de captage d'eau qui



*peut être construit rapidement, à des coûts de revient faibles, apte à produire une quantité d'eau importante.*

Compte tenu des critères ci-dessus, la première soit-disant puits nain à drains rayonnants a été construite, puis d'autres puits ont été installées à chaque 250 à 300 mètre en formant des lignes de puits, et par conséquent des sites d'extraction d'eau drainant une rive complète.

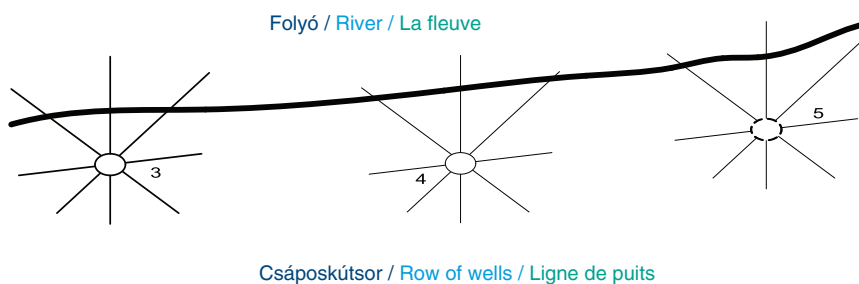
Le type de puit a un rôle important quant au drainage efficace de l'aquifère. Au niveau des coûts spécifiques l'ouvrage le plus économique est le puits à drains rayonnants. Le système de production d'eau nécessite la construction d'une ligne de puits. En ce qui concerne l'optimisation (la maximisation) de la production d'eau, la méthode de captage de l'eau a une importance fondamentale. Contrairement aux puits forés à la sondeuses ou à la tanière, l'eau est prélevé des puits à drains rayonnants à l'aide des pompes submersibles. L'exploitation d'une ligne de puits composée de puits à drains rayonnants devient optimale si les besoins en eau sont répartis d'une manière égale tout au long de la rive, sur toute la ligne de puits, sans surcharger des puits en particulier. Le fonctionnement de la ligne de puits à une dépression identique peut être obtenu par le réglage du débit des pompes.

megcsapolására alkalmas, komplett termelőtelepek épültek ki.

A vízadó réteg hatékony megcsapolásában a kúttípus fontos szerepet játszik. Ennek a fajlagos költségek alakulását tekintve talán a leggazdaságosabb műtárgya a csáposkút. A víztermelő-rendszer kialakítása kútsor megépítését teszi szükségessé. A víztermelés optimalizálásában (maxima-

at every 250–300 m along the river bank to form rows of wells, which resulted in complete water production plants suitable for tapping into the entire bank edge.

The type of well is key to efficiently tap into the aquifer (water yielding) layer. In terms of per-unit costs, perhaps the most economical structure is the horizontal filtering well. The layout of the water producing system



lizálásában) a vízkiemelés módja játszik szerepet. A szifonált cső- és aknakutakkal szemben a csáposkút aknáiból bűvárszivattyúk segítségével egyedileg emelik ki a vizet. A csáposkutakból álló kútsor üzemeltetése akkor ideális, ha a partszakasz terhelése egyenletes, azaz a vízigényeknek megfelelő terhelésváltozást nem az egyes kutak, hanem a kútsor egésze viseli el. A kútsor azonos

necessitates the instalment of a row of wells. The method of water extraction plays a key role in optimising (maximising) water production. As opposed to culverts and shaft wells, the horizontal filtering wells use submersible pumps to extract water. Operation of the rows of wells composed of horizontal filtering wells is ideal if the bank section has an even load, i.e. the changing load depending on water demands is not taken



depresszióval történő üzemeltetése a szivattyúk hajtásszabályozásával érhető el.

## A vízminőség és a parti szűrés összefüggései

A partiszűrés biológiai szűrés, amely a szűrési útvonal mentén változó szűrési sebességgel valósul meg. A legkisebb szűrési sebesség a mederkapcsolatnál alakul ki. A kútnál történő belépésnél már mintegy százszoros sebességérték figyelhető meg.

A biológia szűrőhatás három szakaszból áll. A mederkapcsolatnál oxikus viszonyok közepette zajlik a tápanyag-lebontás. Miután elfogy az oxigén, egy anoxikus szakasz következik, majd a szűrési sebesség megnövekedésével a további útvonalon már nem alakulhat ki biológiai szűrés. Ezt a folyamatot az úgynevezett Pecszám (Peclet) alapján követhetjük nyomon. A biológiailag aktív réteg – az „ipari” méretekben vett tápanyag-lebontás – vastagsága a medernél történő belépéstől számítva csupán néhány méter.

A biológiai szűrést a biofilmen megtelepedő baktériumok végzik. A szűrőhatás tápanyaglebontás útján jön létre. A tápanyagszegény víz mikrobiológiai értelemben stabil. A biofilmben a lebontandó tápanyag diffúzió útján kerül. A tápanyaglebontást végző baktériumok életben tartása egy „logisztikai” feladat, amelyet a kútcsoport helyes üzemeltetésével garantálhatunk. A vízminőség előnyös alakulását az állandó, egyenletes kútüzem biztosítja, azaz a vízminőség biztosításának követelménye ugyanaz, mint a kitermelhetőség maximalizálásának feltétele.

by the specific wells but rather by the entire row of wells. Operating the row of wells at the same depression is ensured by controlling the drive-control of the pumps.

## Connections between water quality and bank filtration

Bank filtration is a biological filtering process completed at varying filtering rate along the filtering path. The lowest filtering rate is at the river bed connection points. The rate measured at the well entry point is approx. 100 times faster than that.

The biological filtering effect is a 3-stage process. Nutrient decomposition occurs under oxic conditions at the river bed connection. When all the oxygen is used up, the anoxic phase begins and after the increase of the filtration rate no more biological filtration is possible. This process is monitored based on the so-called Pe number (Peclet). The width of the biologically active layer on „industrial scale” is only a few meters from the entry point at the riverbed.

Biological filtering is done by the bacteria settled on the biofilm. The filtration effect occurs in the course of nutrient decomposition. Water low on nutrients is stable in terms of microbiology. The nutrient to be decomposed reaches the biofilm via diffusion. Keeping the bacteria performing nutrient decomposition is a logistical task tightly related to the proper operation of the row of wells. Favourable water quality is ensured via constant and steady operation of the wells, i.e. the criterion for water quality is the same as for the maximisation of water extraction.

## Les corrélations entre la qualité d'eau et la filtration sur berge

La filtration sur berge est une filtration biologique qui est réalisée à une vitesse de filtration variant tout au long du chemin de filtration. La vitesse de filtration la moins importante est mesurée au point de connexion au lit du fleuve. La vitesse mesurée à l'entrée au puit est déjà environ 100 fois plus élevée.

L'effet de filtration biologique se compose de trois phases. La dégradation des nutriments se déroule dans des conditions oxiques au point de connexion au lit du fleuve. Une fois l'oxygène est épuisé, c'est la phase anoxique qui se suit, et à cause de l'augmentation de la vitesse de filtration la filtration biologique ne peut plus se produire sur le reste de la ligne de filtration. Ce processus peut être suivi à l'aide du nombre de Peclet (Pe). L'épaisseur de la couche biologiquement active – la dégradation « en masse » des nutriments – n'est que quelques mètres à compter du point de connexion au lit.

Le filtration biologique est réalisé par des bactéries qui s'installent sur le biofilm. L'effet de filtration se produit lors de la dégradation des nutriments. L'eau pauvre en nutriments est stable du point de vue microbiologique. Les nutriments à être dégradés pénètrent dans le biofilm par diffusion. Les bactéries effectuant la dégradation des nutriments doivent être maintenues en vie, ce qui est une tâche « logistique », qui peut être garantie par l'exploitation correcte du groupe des puits. Le fonctionnement équilibré des puits garantit une évolution favorable



A víztermelés mennyiségi és vízminőségi követelményeit a csáposkút és a csáposkutakból álló kútsor helyes – az állandó és egyenletes partszakasz-terhelés mellett megvalósított – üzemeltetése együtt határozza meg.

## A törpe csáposkút működési elve

A törpe csáposkút lényege, hogy a 2200 mm átmérőjű, függőleges acélaknát a vízzáró rétegig süllyesztik. Ez Budapest viszonylatában 12-20 méter mélységben található. Az aknából vízszintesen egy vagy több szinten, szintenként 5-5 úgynevezett csápot hajtanak ki. A csápok réseléssel (perforációval) ellátott, 219 mm átmérőjű csövek. A víz ezen a perforáción át kerül a csápokba, majd a csápok vezetik a vizet a kútaknába. A kiszajtott csápok hossza 30-60 méter. A vízáadó rétegbe süllyesztett kutak segítségével tulajdonképpen a vízáadó réteg megcsapolását érjük el.

## A csáposkút technológiai fejlesztései

A Fővárosi Vízművek Zrt. Magyarország legnagyobb vízszolgáltató vállalata. A lakossági- és iparivíz-szolgáltatás napi 450 000-650 000 m<sup>3</sup> jó minőségű ivóvíz. A társaság mindig nagy gondot fordított arra, hogy olyan kútépítési bázist alakítson ki, amely szakmailag felkészült és megfelelő gyakorlati ismeretekkel rendelkező szakembereivel képes a vállalat kútjainak karbantartására, felújítására, illetve új kutak, kútrendszerek megépítésére.

The qualitative and quantitative criteria of water production are determined by the operation of the horizontal filtering well and the row of horizontal filtering wells under constant and steady load on the river section.

## Operating principle of the mini horizontal filtering well

In essence, the 2200 mm diameter vertical steel shaft of the mini horizontal filtering well is lowered down to the impermeable layer. (Typically, this means a depth of 12–20 meters in Budapest.) Five so-called lateral screens (laterals) are extruded horizontally from the well into each layer. These laterals are 219 mm diameter perforated pipes. The water enters the laterals through the perforations and then flows to the well shaft. Each extruded lateral is 30–60 meters long. With these wells lowered into the aquifer layer, we essentially tap into this layer.

## Technological development of the horizontal filtering well

Budapest Waterworks is Hungary's largest water supplier company with a daily output of 450,000–650,000 m<sup>3</sup> of good quality potable water for residential and industrial use. The company has placed great importance on having a well building staff with highly qualified and experienced professionals prepared to maintain and reconstruct the existing wells and construct new wells and well systems.

de qualité d'eau, c'est-à-dire que la condition d'assurer la qualité optimale de l'eau est la même que celle de la maximalisation de l'exploitation.

Les conditions quantitatives et qualitatives de la production d'eau sont déterminées par l'exploitation correcte de la ligne de puits à drains rayonnants et des puits à drains rayonnants individuels, réalisée à une charge continue et répartie d'une manière équilibrée tout au long de la rive.

## Le principe de fonctionnement du puits à drains rayonnants nain

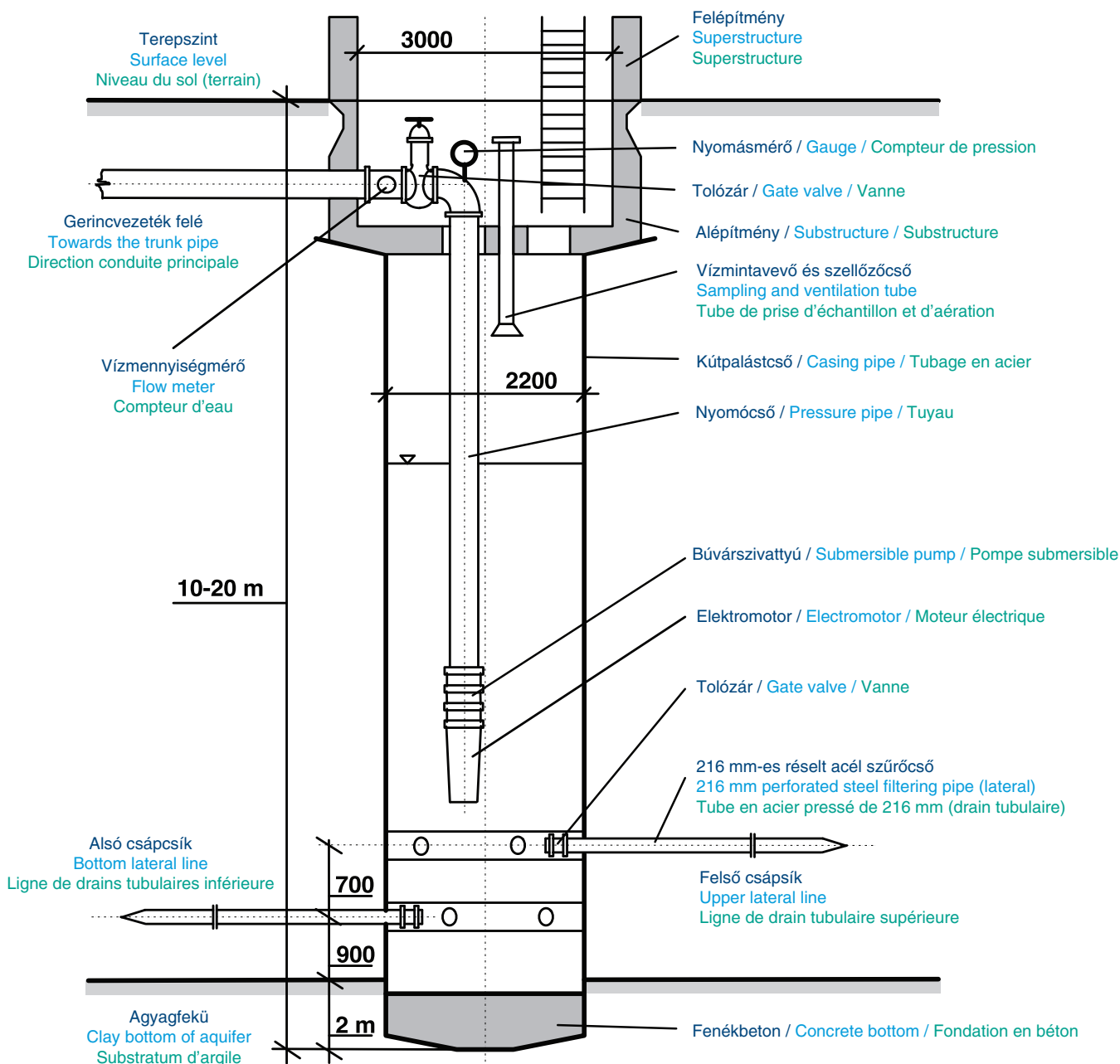
L'élément essentiel du puit à drains rayonnants est que le tubage vertical en acier, d'un diamètre de 2200 mm atteint la couche imperméable. (À Budapest cette couche imperméable se trouve à une profondeur de 12-20 mètres). Du tubage en acier se ramifient des drains tubulaires, à un ou à plusieurs niveaux, 5 par niveau. Les drains tubulaires sont des tubes perforés ayant un diamètre de 219 mm. L'eau entre dans les tubes par les perforations qui la conduisent dans le tubage en acier. La longueur des drains tubulaires sortant du tubage est de 30 à 60 mètres. En enfonçant les puits dans les aquifères on peut drainer les aquifères.

## Le développement technologique du puit à drains rayonnants

Fővárosi Vízművek Zrt. est le plus grand prestataire d'eau de la Hongrie. La quantité d'eau fournie par jour pour la population et pour l'industrie



Csáposkút keresztmetszete  
 Cross section of horizontal filtering well  
 La coupe transversale du puit à drains rayonnants





**A Fővárosi Vízművek Zrt. leányvállalata, a DUNA-KÚT Kft. rendelkezik mindazokkal a szakmai és gyakorlati ismeretekkel, illetve know-how-val, amely a biztonságos víztermelés fenntartása érdekében elvárásként megjelenik.**

A mai csáposkút-építés támaszkodik azokra a jól bevált és kipróbált módszerekre, amelyekkel több száz csáposkutatót építettek már meg, ugyanakkor bizonyos technológiai részeken többszöri fejlesztésen esett át. A Fővárosi Vízművek Zrt. és a DUNA-KÚT Kft. szakemberei biztosítják azt a szellemi műhelyt, amely képes a megfelelő technológiai fejlesztések kidolgozására, amely a csáposkutatót a mai kornak megfelelő és piaci körülmények között is megvalósítható víznyerő műtárggyá teszi.

Ma már a kútakna elemei porgetett betoncsőből (ROCLA) készülnek. A 2200 mm átmérőjű, úgynevezett tokfarok kapcsolattal, dupla gumitömítéssel, hidraulikus kényszerterheléssel összehúzatott kútelemezeket mintegy 1-1,5 méter mélységig süllyeszti le a vízzáró agyagfekübe. Ez a fajta kútakna statikai értelemben kifogástalan, tökéletes vízzárást biztosít, és kizárt a korrózió veszélye. Az előre gyártott, beépített „F” idomon keresztül a korábbi szénacél anyagú, perforált csápok helyett ma már kizárólag rozsdamentes csápot építünk. Az iránytartási problémák minimalizálása érdekében sokszor hegesztett csőtoldást alkalmazunk a korábbi homlokhegesztéses csőtoldással szemben.

Jellemzően finomabb szerkezetű hidrogeológia viszonyok között a csáposkút-építés örök problémája volt

**DUNA-KÚT Kft., one of the subsidiaries of Budapest Waterworks, has all the professional and practical know-how required to maintain a safe level of water production.**

Construction of horizontal filtering wells is based on the same proven methods used to build hundreds of such wells already yet with several new technical developments. The experts at Budapest Waterworks and DUNA-KÚT Kft. provide the know-how necessary to come up with the needed technological developments, which make the horizontal filtering well a water resource structure suitable for the modern age and ready for implementation under the current market conditions.

Nowadays the elements of the well shaft are made of roll-formed concrete pipes (ROCLA). These 2200 mm diameter well elements using so-called socket and tail connection, double rubber sealing and pulled together with hydraulic forced load are lowered 1–1.5 m deep into the impermeable clay bottom of aquifer. This type of well shaft is perfect in terms of statics, offers perfect water tightness and has zero risk of corrosion. Instead of the perforated carbon steel laterals, now only stainless steel laterals are extruded through the pre-fabricated and installed „F” piece. In order to minimise direction issues, instead of the previously used front welded pipe connections we now use socket welded pipe connections.

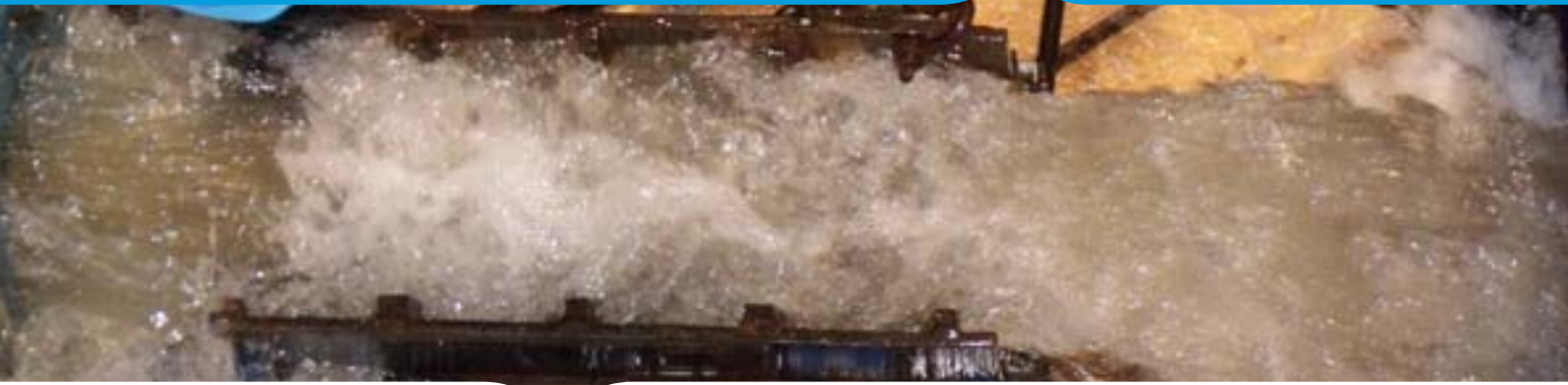
Typically under finer hydrogeological conditions, the perpetual problem of horizontal filtering well construction used to be the danger of sand deposits and the expectation that the natural filtering structure around the

est de 450 000 à 650 000 m<sup>3</sup> d'eau potable de bonne qualité. La société a toujours accordé une attention particulière à la création d'une équipe de construction de puits composée d'experts professionnels, ayant des connaissances pratiques nécessaires afin de maintenir, rénover les puits existants et de construire de nouveaux puits, des réseaux de puits.

**La filiale de Fővárosi Vízművek Zrt., DUNA-KÚT kft. dispose des connaissances professionnelles et pratiques et du savoir-faire qui sont nécessaires pour maintenir une production d'eau sans risque.**

La façon de construire actuelle du puits à drains rayonnants est basée sur les méthodes bien rodées et éprouvées, mises au point lors de la construction de plusieurs centaines de puits à drains rayonnants, ainsi que le développement réitéré de certains éléments technologiques. Les professionnels de Fővárosi Vízművek Zrt. et de DUNA-KÚT Kft. constituent un atelier de travail capable de mettre au point des développements technologiques qui rendent le puits à drains rayonnants un ouvrage moderne réalisable dans les conditions de marché actuelles.

Aujourd'hui les éléments du puits sont fabriqués en tubes de béton centrifugé (ROCLA). Les éléments d'un diamètre de 2200 mm, assemblés en abouchement avec des joints en caoutchouc double et des éléments serrés avec une charge de contrainte hydraulique sont enfoncés à une profondeur de 1 à 1,5 mètre dans le substratum sous-jacent d'argile imperméable. Du point de vue statique cette méthode garantit une



a behomokolódás veszélye, illetve az az elvárás, hogy a csáp körüli természetes szűrőváz kialakítása oly módon történjen, hogy az ne járjon talajtöréssel. Ennek érdekében fejlesztettük ki a hídszűrős perforációjú csapot. A hídszűrős perforáció a korábbival analóg, sőt annál valamivel nagyobb vízelépcsési felületet biztosít, miközben a vízelépcsítő résnyílás hídmagassága (amit a hidrogeológiai viszonyok határoznak meg), 2-4 mm között változtatható. Ez a megoldás áttörést jelent a csáposkút-építésben, és egyidejűleg léptékében növeli alkalmazásának lehetőségét. A hídszűrő alkalmazásával olyan finom szemszerkezetű rétegben is lehet nagymennyiségű víz kinyerésére alkalmas csáposkutat építeni, ahol eddig elképzelhetetlen volt. Ezt a technológiát ma már a DUNA-KÚT Kft. sikeresen alkalmazza nemcsak csáposkút építésnél, hanem csáposkút-rekonstrukciós munkák során is.

**A technológia a Fővárosi Vízművek Zrt. és a DUNA-KÚT Kft. tulajdonában lévő szabadalmi oltalom alatt áll.**

## Kútrekonstrukció lehetősége csáposkút-technológiával

A kútrekonstrukció célja a kútszerkezet statikai felújítása és a kinyert víz kútszerkezeti okokra visszavezethető vízminőségi kockázatának csökkentése, valamint bizonyos esetekben a kitermelhető vízmennyiség növelése.

Az aknakutak rekonstrukciója azok átalakításával jár, ahogy az a 9. oldali ábrán jól megfigyelhető. A nagy átmérőjű (DN 3000) aknakútba

laterals would be installed so that it would not result in any breaking of the soil structure. This is why we have developed the bridge filter perforated lateral. This new technology provides similar or even larger water entry surface while the bridge height of water entry opening (defined by hydrogeological conditions) may be configured between 2–4 mm. This solution is a real breakthrough in the history of constructing horizontal filtering wells and also increases the applicability of the solution. Bridge filters allow large output horizontal filtering wells installed in fine-grained layers previously thought impossible. DUNA-KÚT Kft. has been successfully using this technology not only during the construction of new horizontal filtering wells but also when reconstructing existing wells.

**This technology is patented by the Budapest Waterworks and DUNA-KÚT Kft.**

## Well reconstruction using horizontal filter well technology

The aim of the well reconstruction is to carry out a static overhaul of the well structure, minimise the risk related to quality of the produced water resulting from the well structure and, in certain cases, increase water production.

Reconstruction of well shafts involves their structural remodelling as shown in the figure page 9. A smaller diameter, DN 2200 horizontal filtering well shaft is lowered into the large diameter, DN 3000 shaft well. The laterals are extruded under the well screen but above the

impermeabilité parfaite du puits, la corrosion étant aussi exclue. A la place des drains tubulaires perforés en acier carbonique utilisés précédemment, on n'utilise que des drains tubulaires inox assemblés à travers le profilé en F préfabriqué. Afin de minimiser les problèmes de tenue de direction l'assemblage par soudure en gaine est appliqué à la place de l'assemblage par soudure frontale.

Dans les conditions hydrogéologiques d'une texture plus fine le problème récurrent de la construction des puits à drains rayonnants a toujours été l'ensablement. Il faut également mentionner la création d'une structure filtrante naturelle autour des drains rayonnants qui ne cause pas la rupture du sol. A cet effet a été développé la crépine à nervures repoussées. La perforation des nervures repoussées assure une superficie d'entrée de l'eau identique ou plus large que dans le cas du modèle précédent, en même temps que l'hauteur de l'ouverture d'entrée de l'eau (déterminée par les conditions hydrogéologiques) peut se varier entre 2 à 4 mm. C'est une solution révolutionnaire dans la construction du puits à drains rayonnants, et elle élargit considérablement le domaine d'utilisation. En utilisant les crépines à nervures repoussées il est possible de construire des puits à drains rayonnants capables d'extraire une quantité importante de l'eau dans des couches d'une texture fine, ce qui a été inimaginable jusqu'à présent. Cette technologie est utilisée avec succès par DUNA-KÚT Kft. non seulement dans la construction des puits à drains rayonnants, mais aussi lors des travaux de reconstruction de ce type de puits.



tulajdonképpen egy kisebb átmérőjű (DN 2200) csáposkútaknál süllyesztünk le. A csápokat a kútharang alatt, de még a feké sija felett hajtjuk ki. Az így kialakított új kútaknába a víz csak a csápokon keresztül kerülhet be. A harang és az új kútakna közé vízáadó réteg funkciójú kavicskitöltés kerül, melyet a két kútpalást közötti térrészben betonréteg zár el a felszín felé. Fontos szempont még a vízmintavételi hely szabványos kialakítása és az ürítési lehetőség kiépítése is. Ez utóbbiakat az ábra nem jelöli.

Az ábra kapcsán még egy dologra hívnánk fel a figyelmet: a feké és a kútharang alsó pereme közötti távolságot az A méret jelöli, amelynek értéke 0,7 és 1 méter közé



tehető. E két sík közé kell elférnie a csápoknak. A méret szűkösége miatt a munkálatok megkezdése előtt a feké szintet feltáró fúrással ellenőrizzük, és a felmért kútgeometriával egy ábrába rajzoljuk. Ha a kútharang időközben lesüllyedt, akkor a csápozási technológia némiképp bonyolultabb, hisz a kútharangot is át kell törni. A megoldás a csáposkutak újracsőpozásánál alkalmazott eljárással azonos.

bottom of the aquifer. This new well shaft allows access of water only through the laterals. The space between the screen and the new well shaft is filled with gravel designed to serve as a new aquifer layer. The space between the two well casings is filled with concrete all the way up to the surface. Another important step is to create a standardised water sampling location and a discharge option. The latter is not indicated on the drawing.

With regards to the drawing, we would like to draw your attention to one more thing. The distance between the bottom of aquifer and the bottom edge of the screen is approx. 0.7–1.0 m. The laterals have to fit within these two surfaces. Due to this limited space, the bottom of aquifer is checked with prospecting hole and is drawn on the same figure with the well geometry. If the well screen settles in the meantime, the technology to insert the filtering screens is somewhat more complicated as the old well screen (bell) also has to be penetrated. The solution used here is the same as the one used for the reinstallation of the laterals of the horizontal filtering wells.

The same solution may be used for shaft wells with laterals with the added complication that the lateral surfaces are higher up from the bottom of aquifer and the well screen (bell) must be penetrated prior to the extrusion of the laterals. Penetrating this bell is a more complicated task that can be performed only underwater and, to prevent the collapse of material, a 4–6 m high water column must be used to ensure overpressure. Stabilising the new well shaft involves

**La technologie est protégée par un brevet détenu par Fővárosi Vízművek Zrt. et DUNA-KÚT Kft.**

## La possibilité de la reconstruction à l'aide de la technologie de puits à drains rayonnants

L'objectif de la reconstruction est de rénover la structure du puits du point de vue statique et de réduire les risques écoulant de la structure du puits, menaçant la qualité de l'eau extraite, et dans certains cas l'augmentation de la quantité.

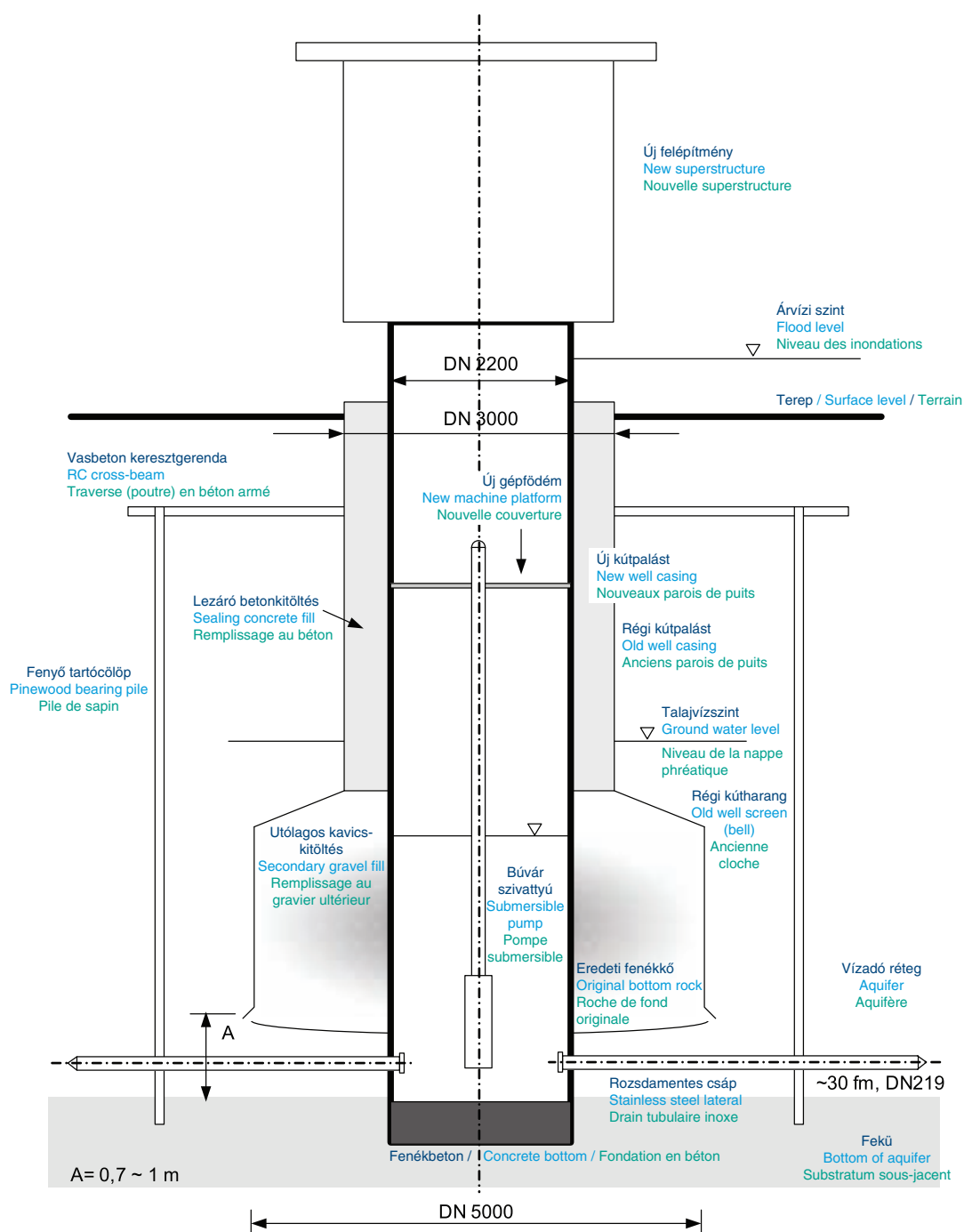
La reconstruction des puits creusés signifie la modification de ceux-ci, comme le dessin le montre ci-dessous. Dans les puits creusés ayant un diamètre large (DN 3000) en fait un autre puits à drains rayonnants (DN 2200) est enfoncé. Les drains tubulaires passent en dessous de la cloche mais au-dessus du niveau du substratum sous-jacent. Dans le nouveau puits ainsi obtenu l'eau ne peut pénétrer qu'à travers les drains tubulaires. Entre la cloche et le nouveau puits un remplissage au gravier est rajouté ayant la fonction d'un aquifère clos à la surface par une couche de béton entre les deux parois de puits. Il est également important de créer un point de prise d'échantillon standard, ainsi qu'un point d'évacuation d'eau. Ces derniers ne sont pas indiqués sur le dessin.

En ce qui concerne le dessin, il faut souligner encore la chose suivante: La distance entre le substratum sous-jacent et le bord inférieure de la cloche est désignée par la dimension A dont la valeur est entre 0,7 à 1 mètre. Les





Az aknakút rekonstrukciója utáni csáposkút  
 The horizontal filtering well after the reconstruction of the shaft well  
 Puits à drains rayonnants après la reconstruction du puits creusé





Ugyanez a megoldás alkalmazható csápozott aknakutak esetében – azaz a nehezítéssel, hogy a csápsíkok a fekihöz képest feljebb kerüljenek és azok kihajtását a kútharang áttörésének kell megelőznie. A kútharang áttörése egy bonyolult építési feladat, amelyet csak víz alatt lehet végezni, és az anyagbeszállás megelőzése érdekében 4-6 méter magas vízoszlop növelésével (túlnyomás) kivitelezhető. Az új kútakna stabilizálása a kútfenekhez történő kihorgonyozással, valamint a gyűrűs tér „F” idom síkjáig történő kibetonozásával valósítható meg.

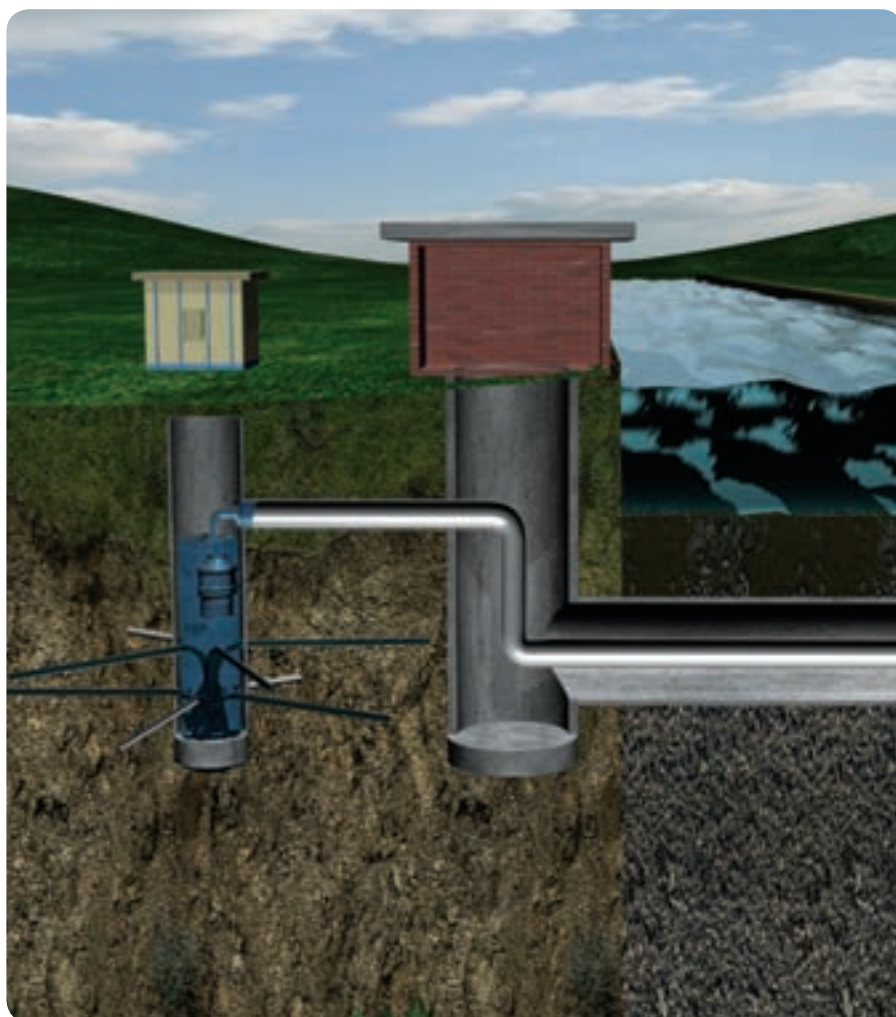
anchoring to the well bottom and the concreting of the ring space up to the „F” piece.

Only within the operating area of Budapest Waterworks, DUNA-KÚT Kft. has, since 2007, reconstructed 15 shaft wells and horizontal filtering wells using the technology above. We have also developed the reconstruction technology for horizontal filtering wells. Using this technology is necessary in those cases when the aged laterals are completely corroded, torn, broken or the perforations are clogged so

drains tubulaires doivent rentrer entre ces deux plans. La distance étant courte, le niveau du substratum sous-jacent doit être vérifié par forage avant de commencer les travaux et il faut l'indiquer, tout aussi bien que la géométrie du puits mesurée, sur un dessin. Si la cloche descend entre temps, la technologie de faire passer les drains tubulaires devient un peu plus compliquée, car la cloche aussi doit être percée. La solution est identique à celle utilisée pour la rénovation des drains tubulaires.

La même solution peut être appliquée dans le cas des puits creusés à drains rayonnants, mais elle présente une difficulté dans ce cas-là: notamment, les niveaux des drains tubulaires par rapport au substratum sous-jacent se trouveront plus haut, et avant de sortir les drains tubulaires il faut d'abord percer la cloche. La percée de la cloche est une tâche plus compliquée qui ne peut être exécutée que sous l'eau, et afin de prévenir la coulée de la matière dans le puits, il faut augmenter la colonne d'eau qui est de 4-6 mètre (en surpression). La stabilité du nouveau puits peut être assurée par l'amarrage au fond du puits et par la pose d'une couche de béton jusqu'au niveau du profilé en F.

Depuis 2007 DUNA-KÚT Kft. a reconstruit 15 puits creusés ou à drains rayonnants selon la méthode ci-dessus, rien que sur le territoire de fonctionnement de Fővárosi Vízművek Zrt. Nous avons également mis en place la technologie de la reconstruction des puits à drains rayonnants. Cette technologie doit être appliquée dans le cas où des puits ou les drains tubulaires usés sont complètement corrodés, enfoncés, cassés et les perforations sont tellement colmatées que le net-





A DUNA-KÚT Kft. 2007-től csak a Fővárosi Vízművek Zrt. működési területén 15 akna-, illetve csáposzott aknakutat rekonstruált a fentiekben leírt módon. Kifejlesztettük a csáposkutak rekonstrukciójának technológiáját is. Ennek alkalmazása azon kutaknál válik szükségessé, ahol az előregedett csápok teljes egészében elkorrodáltak, beszakadtak, törtek, vagy a perforációk oly mértékben kolmatálódtak, hogy tisztításuk a bordázat betörése nélkül szinte lehetetlen.

Képesek vagyunk a régi „F” idom megszüntetésére az eredeti kútpalást helyreállításával, és már 2005-ben több csáposkúton sikeresen megvalósítottuk új „F” idomok beépítését és azokon keresztül új csápok kisajtolását.

A csáposkutak rekonstrukciójának technológiája új lehetőséget teremt a kútrehabilitáció területén. A kiváló hidrogeológiai viszonyok közé telepített csáposkutak, kútsorok újra-élesztése akkor válik szükségessé, ha az előregedés, illetve korrodálás miatt kényszerűségből csápokot kell lezárni, így az adott kutak vízáadó képessége léptékében lecsökken, miközben a kútakna továbbra is használható állapotban van.

## Csáposkút létesítésének folyamata

A csáposkút építését nagyon alapos talajmechanikai vizsgálat előzi meg. A csáposkút építésének geológiai feltétele a vízzáró rétegtől számítva 4-6 méter magasságú kavicsos, finom-durva kavicsos, kavicsos-homokos, kavicsos-hordalékos talajréteg, melynek jellemző

much that they cannot be cleaned without breaking the ribs.

We can eliminate old “F” pieces by restoring the original well casing. As early as 2005 we were able to successfully install new “F” pieces and extrude new laterals through them.



The technology to reconstruct horizontal filtering wells provides a new opportunity in the field of well rehabilitation. Revitalization of horizontal filtering wells, rows of wells installed under excellent hydrogeological conditions becomes necessary when laterals need to be closed due to aging or corrosion and thus the water producing capacity of the individual wells is significantly reduced even though the well shaft is still in a usable shape.

## The process of setting up a horizontal filter well

Construction of a horizontal filtering well requires serious soil mechanic

toyage n'est possible qu'en cassant la nervure.

Nous sommes capables de supprimer l'ancien profilé en F par la restauration des parois de puits originaux. En 2005 nous avons installé avec succès les nouveaux profilés en F sur plusieurs puits à drains rayonnants, ainsi que nous avons résolu le passage de nouveaux drains tubulaires à travers ces profilés en F.

La technologie de reconstruction des puits à drains rayonnants crée une possibilité à réhabiliter ces puits. Dans d'excellentes conditions hydrogéologiques le redémarrage des puits à drains rayonnants, des lignes de puits devient nécessaire si des drains tubulaires doivent être clos à cause du vieillissement, de la corrosion, ce qui mène à la baisse dramatique de la quantité de l'eau produite, tandis que le puits même est toujours en bon état d'utilisation.

## Le processus d'installation d'un puits à drains rayonnants

La construction d'un puits à drains rayonnants est précédée par une analyse détaillée du sol. La condition de la construction du puits à drains rayonnants est l'existence d'une couche de gravier, ou de gravier fin-gros, de gravier et de sable, de gravier et d'alluvions, dont les granules ont une taille supérieure à 2 mm l'épaisseur de cette couche est de 4 à 6 mètres par dessus du substratum sous-jacent.

Le lieu d'installation du puits à drains rayonnants peut être défini à partir des résultats de l'analyse au labora-



szemcsenagysága 2 mm-nél nagyobb átmérőjű.

A talajmechanikai fúrásokból vett talajminták laborvizsgálati eredményeiből határozható meg a csáposkút telepítésének a helye. Ezt követően kerül sor a lehúzó szerkezet kirögzítéséhez szükséges vasbeton leány megépítésére az indító aknával együtt, a megfelelő húzó elemek beépítésével.

A kútakna lesüllyesztése előregyártott vasbeton elemekből, hidraulikus víz alatti markolással, folyamatos kényszerterhelés mellett, a víz-záró agyagfekübe kb. 1-1,5 méter hosszan, összesen kb. 12-15 méter talpmélységig történik. A csápok kihajtását két szinten 5-5 irányba, 30 méter hosszan, hidraulikus nyomással, tokos hegesztéses csőtoldással valósítjuk meg. Ezt követően alakítjuk ki a kútgépészetet a gépfödém és 2 db termelő szivattyú beépítésével, valamint az energia- és irányítástechnika kiépítésével. Végül a kútfelépítmény megépítésére kerül sor nyomóvezeték kiépítésével, gerincvezetékre történő csatlakozással, illetve a kútkörnyezet kialakítására bekötőúttal, parkosítással.

## Gazdaságosság

A fentiekben leírt technológiával megépített csáposkút becsült bekerülési költsége közel 200 millió forint, magyarországi kivitelezést feltételezve. A vízgyűjtő terület vízjárásától és hidrogeológiai viszonyaitól függően a csáposkútból kinyerhető vízmennyiség tervezési szinten 3000-4000 m<sup>3</sup>/nap, de a gyakorlatban elérheti a 6000 m<sup>3</sup>/nap teljesítményt is.

studies. The geological precondition for constructing a horizontal filtering well is a 4–6 thick soil layer composed of gravel, sand or deposits with a normal grain size of over 2 mm.

From the results of the soil mechanical boreholes, we can determine the ideal installation location of the horizontal filtering well. Next the pull-down structure is fixed and the necessary reinforced concrete shell is constructed with the launching shaft with the installation of the appropriate pull-in elements.

The well shaft is lowered in pre-fabricated reinforced concrete elements using underwater grabbing and with continuous forced load 1–1.5 m into the clay bottom with a total depth of approx. 12–15 m under the surface. The laterals are driven into 5 directions of two levels in 30 m length using hydraulic pressure and socket welded pipe connections. Next the well mechanism is installed with the machine platform and 2 producing pumps as well as power and control technology installed. Finally, the superstructure is constructed with the pressure pipe and the connection to the trunk pipe and then the site around the well is built with the access road and landscaping works.

## Economy

The estimated historical cost of a horizontal filtering well using the technology described above is close to HUF 200 million in case of a location in Hungary. Depending on the regime of the catchment area and the hydrological conditions of the area, a daily 3000–4000 m<sup>3</sup> of water may be produced by a single well but it may be as high as 6000 m<sup>3</sup>/day.

toire des échantillons de sol pris lors des forages de mécanique de sol. Après cela le pied en béton armé servant à la fixation de la structure de l'enfoncement est installé avec un puits de départ et avec les éléments d'enfoncement correspondants.

Le puits composé d'éléments de béton armé préfabriqués est enfoncé par excavation hydraulique sous eau avec une charge de contrainte continue dans le substratum d'argile imperméable à une longueur de 1 à 1,5 mètre, au total jusqu'à une profondeur de pied d'environ 12 à 15 mètres. Les drains tubulaires sont pressés à deux niveaux dans 5 directions différentes, à une longueur de 30 mètres, sous pression hydraulique, avec un assemblage des tubes soudés en gaine. Puis la partie mécanique du puits est construite avec l'installation de la couverture et 2 pompes, ainsi que les techniques de commande et de fourniture d'énergie sont installées. Finalement la superstructure est construite avec l'installation de la conduite d'alimentation en la raccordant à la conduite principale, ainsi que l'aménagement de l'environnement du puits en construisant la route d'accès et des parcs.

## Rentabilité

Les coûts de production des puits à drains rayonnants construits avec la technologie décrite ci-dessus sont environ 200 millions HUF en cas d'une exécution en Hongrie. En fonction des débits des cours d'eau du bassin du Danube et des conditions hydrogéologiques la quantité prévue, obtenue d'un puits à drains rayonnants est à l'ordre de 3000-4000 m<sup>3</sup>/jour, mais dans la pratique elle peut atteindre même 6000 m<sup>3</sup>/jour.