

Raziskovalni problemi sedanosti za prihodnost

Projektna skupina Slovenske tehnološke platforme za vode*

* **Sonja Lojen**, Milena Horvat, Institut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana, **Alenka Aleš**, Paloma, Sladki vrh; **Željko Blažeka**, IEL d.o.o. Maribor; **Mihael Brenčič**, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana; **Irena Čarman**, Krka d.d., Novo mesto; **Barbara Čenčur Curk**, IRGO, Ljubljana; **Barbara Černe**, Inštitut za fizikalno biologijo, Grosuplje; **Jurij Čretnik**, RACI d.o.o., Ljubljana; **Mateja Dermastia**, Anteja ECG, Ljubljana; **Andreja Drolc**, Kemijski inštitut, Ljubljana; **Evgen Eržen**, Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana Lidija Globevnik, Inštitut za vode Republike Slovenije; **Tjaša Griessler Bulc**, LIMNOS; **Brigita Jamnik**, JP Vodovod-Kanalizacija Ljubljana; **Boris Kompare**, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani; **Andrej Kramar**, VESNA d.d., Maribor; **Janja Leban**, Gospodarska zbornica Slovenije; **Tanja Ljubič Mlakar**, Salonit, Anhovo; **Andrej Lukšič**, Fakulteta za družbene vede, Univerza v Ljubljani; **Alenka Majcen LeMarechal**, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru; **Zofija Mazej Kukovič**, **Jožica Slatinek** Esotech d.d., Velenje; **Jože Papež**, Podjetje za urejanje hudournikov, Ljubljana; **Marina Pintar**, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani; **Blaž Pišek**, Savske elektrarne, Ljubljana; **Marjana Simonič**, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Mariboru; **Marjeta Stražar**, Centralna čistilna naprava Domžale; **Robert Tornič**, Javor Pivka; **Alexis Zrimec**, Inštitut za fizikalno biologijo, Grosuplje; **Gregor Zupancič**, Kemijski inštitut, Ljubljana.

Uvod

Čista in kakovostna voda in zrak sta osnova trajnostnega razvoja in visoke kakovosti življenja, oskrba z vodo primerne kakovosti pa je temeljna potreba in pravica vsakega posameznika. Hitro zmanjševanje razpoložljivosti kakovostne čiste vode in povečevanje onesnaženosti zraka kaže, da so obstoječe tehnološke rešitve zagotavljanja kakovostne vode in zraka na meji zmogljivosti, razvoj novih tehnologij je omejen. Povečanje učinkovitosti obstoječih tehnoloških rešitev in razvoj novih pristopov zahtevata povezovanje in sodelovanje različnih ekspertiz, znaj in veščin, ki bodo povečale inovativnost sektorja okoljskih tehnologij in povečale njegovo konkurenčnosti in rast. Pri tem pa je ključnega pomena zagotavljanje dostopa do kakovostnih informacij vsem interesnim skupinam.

Zahodna Evropa se relativno uspešno sooča z vprašanjem degradiranih okolij. Vzpon hitro rastočih velikih ekonomij kot npr. Kitajska, Indija in Brazilija, hitro povečuje pritisk na naravne vire in pospešuje globalno emisijo onesnažil ter opozarja na nujnost razvoja učinkovitejših sistemov izkoriščanja naravnih virov. Kisel dež Kitajske je že dodobra zaznamoval celotno JV Azijo, učinki emisij kitajske industrije pa z zmanjševanjem ozonske plasti segajo tudi že v Evropo. V kolikor je problem Kitajske morda za Evropo in Slovenijo še vedno oddaljen, pa na kakovost življenja vpliva še vrsta degradiranih okolij nerazvitih gospodarstev v Evropi. Poleg tega obstaja tudi znotraj EU vrsta nerešenih okoljskih problemov, ki v veliko meri ogrožajo kvaliteto površinskih voda in podtalnice. Globalna povezanost naravnih sistemov alarmantno opozarja, da je problem degradacije okolij velikih rastočih ekonomij ter nerazvitih ekonomij problem celotnega človeštva. Razvite in hitro rastoče ekonomije so povezanost okolja in gospodarske rasti že prepoznala. Celovitost problematike pa še vedno omejuje učinkovito uresničevanje zamisli in načrtov.

Evropa se je temu odzvala s programom spodbujanja okoljskih tehnologij, zato je Svet EU za okolje je v začetku leta 2004 potrdil program spodbujanja okoljskih tehnologij, ki ga je Komisija EU opredelila v COM(2004)38 (*Stimulating Technologies for sustainable development: An environmental technologies action plan for the EU*). Glavni cilji tega plana so:

- odstranitev ovir za večjo uporabo okoljskih tehnologij tako, da se bo zagotovilo varstvo okolja ob ustreznem zagotavljanju povečevanja konkurenčnosti gospodarstva in gospodarske rasti
- zagotovitev, da bo EU igrala glavno vlogo pri razvoju okoljskih tehnologij in njihovi uporabi
- vključiti vse igralce na področju okoljskih tehnologij, da se zagotovi podpora tem ciljem.

Program spodbujanja okoljskih tehnologij je razdeljen v več področnih aktivnosti, med katerimi je posebej omenjamo »Prehod iz razvojnega okolja na trge in izboljšanje stanja na trgu za okoljske tehnologije«.

V okviru prve skupine so planirane aktivnosti, kot so:

- Podpora razvoju okoljskih tehnologij in njihova diseminacija
- Vzpostavitev **platform** po posameznih področjih
- Vzpostavitev EU baze podatkov o okoljskih tehnologijah.

V okviru razvoja **tehnoških platform** na ravni EU deluje tehnološka platforma za vode *Water Supply and Sanitation Technology Platform (WSSTP)*, ki je sestavni del *European Environmental Technology Action Plan (ETAP)*. WSSTP je odprta za vse zainteresirane stranke procesa, ki delujejo na področju vod. Osrednji cilj platforme je v skupnem delu vseh sodelujočih opredeliti vizijo in strategijo na področju vod za celotno Evropo ter pripraviti strateško razvojno raziskovalno agendo in njen akcijski izvedbeni plan do leta **2010**, srednjeročni plan do **2020** ter dolgoročni do **2030**. WSSTP bo prispevala k konkurenčnosti evropske industrije na področju vod (Lizbonska strategija), prispevala bo k rešitvi problemov vod in prispevala k doseganju *Millennium Development Goals*.

V Sloveniji je nekaj področij, ki so povezana z okoljem in zahtevajo hitro in kakovostno reševanje, da bi tako preprečili škodo in zagotovili zdravo okolje in visoko kakovost življenja. Partnerji projekta razvoja tehnološke platforme za vode (razvijalci tehnologij, uporabniki tehnologij, nosilci znanja) so prepoznali:

- okoljske tehnologije kot hitro rastoči sektor, v katerem lahko tehnološki napredek prispeva k rasti in trajnostnemu razvoju v Sloveniji, Evropi in tudi širše,
- zaščita in upravljanje voda, kot ene najosnovnejših človekovih dobrin, je kompleksna dejavnost, ki obsega vrsto nacionalnih, regionalnih in lokalnih pobud v privatnem in javnem sektorju. Učinkovito obvladovanje te dejavnosti zahteva jasno skupno vizijo in izdelavo strateškega razvojnega in akcijskega plana, s posebnim poudarkom na odstranjevanju ovir za širjenje novih tehnologij,
- degradirana okolja Slovenije kot posebna priložnost združevanja znanj in veščin na konkretnih izzivih za razvoj in pridobitev novih tehnoloških znanj in produktov,
- priložnost razvoja in implementacije učinkovitejših tehnologij v proizvodnih procesih za povečevanje produktivnosti in s tem konkurenčnosti na trgu.

Razvoj slovenske tehnološke platforme za vode, ustanovljene jeseni 2005, je iniciativa nosilcev znanja, ponudnikov in uporabnikov tehnologij. Cilj platforme je, po načelu »od spodaj navzgor« ustvariti konkurenčni okvir združevanja znanj na področju okoljskih in proizvodnih tehnologij in razviti **strateški akcijski raziskovalni načrt** za zagotovitev zdrave vode za ljudi in naravo, za podporo povečevanju konkurenčnosti in inovativnosti slovenske industrije in raziskovalcev na področju okoljskih izzivov.

Struktura partnerjev omogoča nadgradnjo obstoječih struktur povezovanja in sodelovanja za razvoj učinkovitega strateškega načrta pristop k reševanju okoljskih problematik in soočenje z izzivi prihodnosti. Iniciativno skupino za ustanovitev sta vodila podjetje Esotech d.d. kot predstavnik industrije in Institut Jožef Stefan kot predstavnik raziskovalnih inštitucij, v ustanovitveni skupini pa so bili še JP Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik, Inštitut za ekološki inženiring d.o.o. Maribor, LIMNOS, RACI, GIZ Slovenski ekološki grozd, Acroni d.d., Radeče papir, Paloma d.d., Comet d.d., Javor Pivka, MPI Mežica, TAB Mežica, Salonit Anhovo, Inštitut za fizikalno biologijo Grosuplje, Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Kemijski inštitut, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Nacionalni inštitut za biologijo, Politehnika Nova Gorica, Univerza v Ljubljani (Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Biotehniška fakulteta) in Univerza v Mariboru (Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo in Fakulteta za strojništvo). Perspektiva delovanja platforme pa je seveda tudi mednarodno povezovanje in vključevanje v tehnološko platformo *Water Supply and Sanitation Technology Platform (WSSTP)* na ravni Evropske unije.

Razlog za sodelovanje partnerjev v okviru tehnološke platforme je sodelovanje v okoljevarstvenih projektih in razvoj novih okoljevarstvenih tehnologij, povezanih z vodo kot dobrino in surovino. Tehnološka platforma je odprta za vse zainteresirane institucije, organizacije, podjetja in posameznike, ki želijo s svojim aktivnim udejstvom prispevati k oblikovanju kritične mase znanja za celovito reševanje problematike degradiranih okolij Slovenije, Evrope in tudi širše. Vsi partnerji so tudi odgovorni za zagotavljanje odprtosti mreže, tj. za motiviranje in vključevanje novih članov.

Vodilo in usmeritve delovanja tehnološke platforme za vode so usklajene z zahtevami trajnostnega razvoja, z reševanjem globalnih in lokalnih okoljskih problemov in z mednarodnimi sporazumi. Tehnološka platforma za vode se posveča predvsem reševanju problemov v Sloveniji in se intenzivno vključuje v širši evropski in svetovni prostor v okviru delovanja evropskih platform, zlasti WSSTP, in Evropskega tehnološkega akcijskega plana (ETAP). Pripravila je predlog strateškega programa raziskav po posameznih področjih (voda za ljudi, voda v kmetijstvu, voda v industriji, upravljanje voda in horizontalna področja) in identificirala ključne izzive, za izvedbo katerih pa je potrebno zagotoviti sistemsko in učinkovito sodelovanje na področju znanosti in tehnologije, gospodarstva, družbeno ekonomskimi interesi in politiko. Osrednji cilj STPV je v skupnem delu vseh sodelujočih **prispevati k**

razvoju in implementaciji vizije in strategije na področju vod za Slovenijo, ter pripraviti strateško razvojno raziskovalno agendo in njen akcijski izvedbeni plan do leta **2010**, srednjeročni plan do **2020** ter dolgoročni do **2030**

Voda za ljudi in naravo: skupni imenovalec in integrator življenja in razvoja

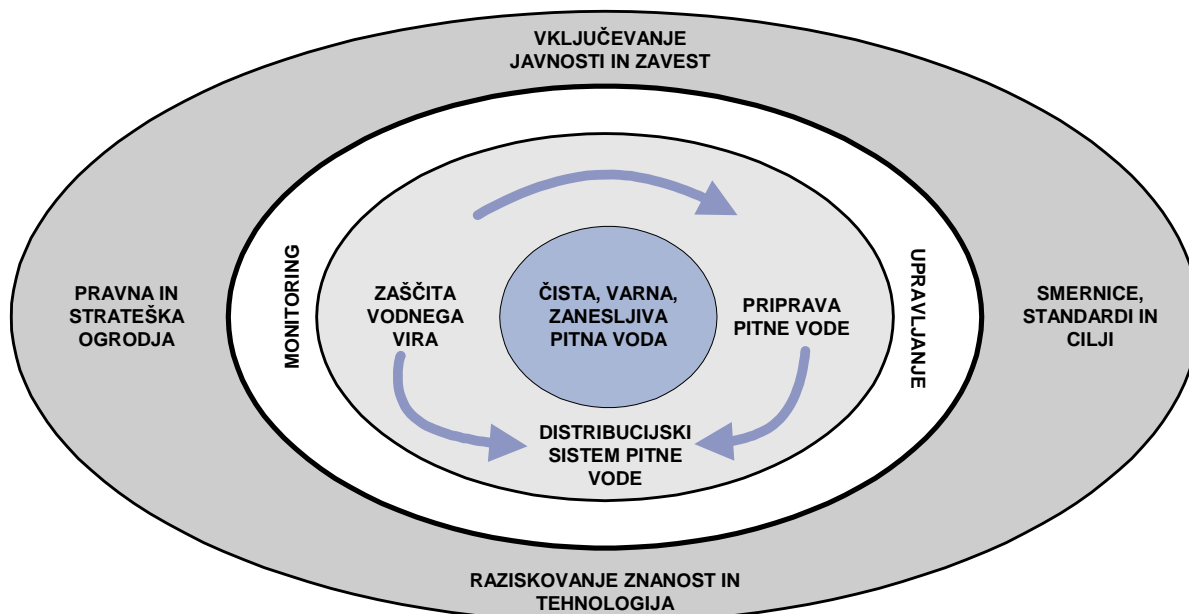
Vsi se zavedamo, da je voda za ljudi življenjskega pomena. Prepogosto pa pozabljamo, da voda, ki priteče iz pipe, ni sama po sebi umevna danost, do katere imamo neomejeno pravico, pač pa je del naravnega vodnega kroga, ki je podvržen naravnim zakonom in procesom in v vse preveliki meri izpostavljen posledicam človekove dejavnosti. Voda ni samo življenjsko potrebna surovina za človeka, pač pa tudi za naravo in ustrezno ravnanje z njo je pogoj, da bomo okolje ohranili zdravo tudi za bodoče generacije. To je bistveno sporočilo Vodne direktive EU (*Water Directive*), na nacionalni ravni pa slovenskega Zakona o vodah iz leta 2002, ki direktivo povzema. Oba dokumenta sta usmerjena k istemu cilju – zagotoviti dobro stanje voda in z njimi povezanih ekosistemov do leta 2015. V ta namen se pripravljajo regionalni in nacionalni programi upravljanja voda, načrti upravljanja voda, pa tudi podrobni načrti upravljanja voda za posamezna povodja, porečja ali njihove dele.

Medsektorski pristop k upravljanju voda temelji na integraciji

- oskrbe z vodo primerne kakovosti glede na namen rabe in ponovne rabe vode iz regionalnih (lokalnih) vodnih virov,
- tehnoloških, ekonomskih, socialnih in kulturnih vidikov v raziskavah, razvoju in implementaciji projektov
- ponudnikov in uporabnikov, privatnih podjetij, vladnih organizacij in znanosti pri oblikovanju in izvajanju projektov.

Voda je v vsakem segmentu del globalnega vodnega kroga, ki se odziva na globalne spremembe. Zato je tudi pri ravnanju z vodo treba upoštevati globalne trende in zakonitosti. Vloga znanosti in tehnologij pri tem je ključnega pomena, saj morata zagotoviti integracijo znanstvenih, tehnoloških, zdravstvenih, organizacijskih, ekonomskih in družbenih ved, hkrati pa omogočiti hitro, neodvisno in lokalno reševanje specifičnih problemov.

Danes zaradi pomanjkanja vode trpi več kot 1 milijarda ljudi in delež prebivalstva, ki bo občutil pomanjkanje vode v prihodnosti, se zaradi globalnih naravnih, ekonomskih in političnih dejavnikov povečuje; predvidevajo, da bo do leta 2030 približno ena četrtnina človeštva občutila pomanjkanje vode. V Sloveniji zadnja leta letno v poprečju porabimo okrog 150 milijonov m³ pitne vode in poraba se ne zmanjšuje, medtem ko se zaloge vode primerne kakovosti vztrajno manjšajo. Če želimo doseči pomemben premik na tem področju, moramo nujno zagotoviti preskrbo vsega prebivalstva z neoporečno pitno vodo preko sistema javnega vodovodnega omrežja, izboljšati kakovost pitne vode in zmanjšati njeno porabo, s tem pa zmanjšati tudi količino komunalne odpadne vode, še posebej tiste, ki zahteva intenzivno obdelavo v komunalnih čistilnih napravah. Naša industrija je prevelik porabnik kakovostne pitne vode iz javnih vodovodnih sistemov za namene. Občasne velike obremenitve javnih vodovodnih sistemov predstavljata tudi turizem in celo kmetijstvo, pri čemer pa so prav ti potencialni uporabniki malo obdelane »sive« odpadne vode in komponent fekalne vode iz komunalnega sektorja



Slika 1: Medsektorski pristop k upravljanju voda (vir: CCME, From source to tap: Guidance on the Multi-Barrier Approach to Safe Drinking Water)

(npr. ločene urinske kanalizacije, uporaba delno obdelanih komunalnih vod za namakanje in gnojenje itd.).

Pri načrtovanju razvojnih strategij moramo upoštevati naravne danosti okolja; značilnost Slovenije je velika razgibanost terena, razpršenost poselitve, zakraselost velikega dela ozemlja, veliko število majhnih vodotokov in velika raznolikost klimatskih pogojev. Razvoj, prilagojen naravnim danostim, predstavlja potencialno konkurenčno prednost pred ostalimi članicami Evropske unije na področju specifičnih tržnih niš.

Osnovna tematska področja, na katera usmerjamo raziskovalni in razvojni potencial na področju vode za ljudi, so:

1. **uravnotežanje ponudbe in povpraševanja ter priprava vod.** Glavni *razvojni izzivi* so razvoj in optimizacija naprednih fizikalnih, kemijskih in biokemijskih postopkov obdelave vode, avtomatizacija procesov, ločevanje gospodinjske in industrijske kanalizacije, uporaba delno obdelane odpadne vode, ločevanje in uporaba urinske kanalizacije za namakanje in gnojenje, upravljanje presežkov padavinske vode, nove tehnologije in aparati za zmanjšanje porabe vode v gospodinjstvu in in-situ metode čiščenja podzemne vode. Kot podpora razvoju so tako nujne raziskave in razvoj na področju novih metod dezinfekcije vode, prečiščevanja mikroonesnažil, odstranjevanja neprijetnega vonja in razvoj analiznih metod in instrumentalnih tehnik, nujnih za nadzor kakovosti in uporabnosti reciklirane vode.
2. **zagotavljanje kakovosti in varnosti oskrbe s pitno vodo** lahko izboljšamo z uporabo trajnostnih ekoremediacijskih metod, z razvojem bioindikatorjev in tehnik za hitri nadzor onesnažil. To zahteva pridobivanje novih znanj na področju razumevanja kemijskih procesov na molekularnem nivoju, do katerih pride med obdelavo, biosenzorjev, poznavanje stranskih produktov obdelave vode in njihov vpliv na zdravje in okolje in razvoj instrumentalnih analiznih tehnik za določanje mikroonesnažil.

3. **zmanjšanje negativnih vplivov uporabe in obdelave vode na okolje** zahteva predvsem razvoj na področju avtomatizacije procesov čiščenja, razvoj sanitarnih sistemov z manjšo porabo vode, biološko čiščenje odpadnih vod, doseganje visoke stopnje čiščenja vode na viru, on-line zaznavanje čim večjega števila onesnažil, zamenjava okolju neprijaznih tehnologij in kemikalij, ločevanja sistemov za oskrbo s pitno in sanitarno vodo, uporabo blat iz čistilnih naprav in bioloških odpadkov itd. Za to so potrebne raziskave na področju biološkega čiščenja vod, mikrobiološke neoporenosti blat, možnosti širjenja mikrobioloških nevarnosti, proizvodnje bioplina, ovrednotenje in kategorizacija blata za uporabo v kmetijstvu, vrtnarstvu in gozdarstvu, tehnologij za zmanjšanje nastajanja blata in mulja, raziskave življenjskega cikla novih onesnažil iz novih izdelkov, biomonitoringa, biosenzorjev in tarčnega odstranjevanja najbolj kritičnih onesnažil.
4. **sonaravno gospodarjenje z vodo**, ki zahteva uporabo ekonomsko ugodnih tehnologij in racionalizacijo porabe vode ter smiselno popolno in delno reciklažo vode prilagojeno potrebam (npr. voda za namakanje, za uporabo v tehnoloških procesih itd.) za centralne in decentralizirane sisteme. Razvoj na tem področju ni možen brez raziskav možnosti uporabe vode določene stopnje čistosti, vpliva posameznih substanc na zdravje uporabnikov, izvedbenih možnosti zaprtih tokokrogov itd.
5. **povečanje konkurenčnosti**, kar lahko dosežemo le z razvojem inovativnih postopkov čiščenja vod, vključno z razvojem novih materialov (»pametni« materiali za samotesnjenje cevovodov), razvoj novih metod za sledenje netesnosti sistemov, zelenih energetskih virov za napajanje lokalnih porabnikov, razvoj upravljanja in nadzora lokalnih vodnih virov, razvoj modularnih čistilnih enot z reciklažo za centralizirane sisteme ipd.

Voda v industriji

Industrija je za kmetijstvom drugi največji porabnik in eden glavnih onesnaževalcev vode. Hkrati pa je industrija tudi dejavnost, ki se še kako zaveda dejstva, da je voda ekonomska kategorija. Stroški rabe in onesnaževanja vode so pomemben dejavnik konkurenčnosti industrije in jih v glavnem sestavljajo:

- črpanje in priprava procesnih vod
- regeneracija vode v proizvodnem procesu
- čiščenje odpadnih vod
- energija za gretje in hlajenje vode
- materiali in tehnologije obdelav in preskušanja.

Stroški za vodo bodo v naslednjih desetletjih še naraščali zaradi pričakovanega pomanjkanja vode, povečanja zahtev po kakovosti procesne vode, strožjih standardov za izpuste odpadne vode in višjih cen enote obremenitve.

V Sloveniji predstavljajo panoge industrije, kjer ima vod posebno mesto, velik delež gospodarstva. Voda se uporablja v različne namene, odvisno od panoge, pglavitne vloge vode v industriji pa so:

- surovina (vgradnja vode v izdelek)
- transportni medij
- čiščenje, spiranje, pomivanje,
- prenos toplote
- reakcijski medij in topilo.

Za vse panoge industrije, ne glede na to, ali gre za industrijo za preskrbo z vodo (proizvodnja tehnologij, storitev in izdelkov za opremo, inštalacije, kemikalije...) ali pa industrijo kot porabnika in/ali onesnaževalca vode (industrija papirja in celuloze, usnjarska, živilska, prehrabena, tekstilna, kemična,

farmaceutvska, kovinska industrija, energetika....) je skupno, da je optimizirana raba vode upravičena samo ob upoštevanju naslednjih dejavnikov:

- znižanja takse zna odpadno vodo zaradi zmanjšanja emisij
- znižanje stroškov energije zaradi ponovne rabe (recikliranja) toplote
- znižanja stroškov preskrbe z vodo
- znižanja stroškov surovin zaradi povrnitve/ohranitve surovin in dodatkov
- povrnitev sestavin iz izcedne vode
- izboljšane stabilnosti procesov in kakovosti izdelkov zaradi izboljšane in stalne kakovosti vode.

V prihodnosti bo voda postala vitalna sestavina proizvodnega procesa. Industrija ne želi odvisnosti pri preskrbi z vodo in pri njeni rabi, pri tem pa mora kakovost vode ustrezati zahtevam tehnološkega procesa in standardom za izpust odpadne vode. Običajna rešitev bodo postali zaprti krogotoki, ki bodo upoštevali vse prednosti in značilnosti vode. Povečane zahteve vode bodo potegnile za seboj razvoj integriranih tehnologij, specifičnih tako za proces kot za izdelek, ki bodo nastajale v tesnem sodelovanju med različnimi panogami industrije in bodo povečale globalno konkurenčnost gospodarstva. Kot glavni izzivi izstopajo:

- razvoj in vpeljava novih, zanesljivih in stroškovno učinkovitih tehnologij za zagotavljanje zadostnih količin vode zahtevane kakovosti in ob pravem času
- zmanjšanje porabe vode ob uporabi specifičnih načinov gospodarjenja in čiščenja vode
- zmanjšanje vodnih emisij
- široka vpeljava obstoječih, nastajajočih in novo razvitih storitev in tehnologij.

Iz vizije za prihodnost izhajajo naslednje potrebe in cilji:

1. **trajnostna preskrba in potrošnja vode**, ki zahteva razvoj tehnologij, ki bodo močno zmanjšale porabo vode. Zagotoviti je treba nove trajnostne vodne vire, boljšo izrabo energetskega potenciala, zapiranje vodnega kroga, nove tehnologije čiščenja vode in varčevanja z vodo, za to pa so potrebne raziskave in razvoj na področjih modeliranja, simulacij in procesne kontrole, zanesljivih tehnologij v manjšem obsegu, in-line monitoring onesnaževal v sledovih in mikroorganizmov, razvoj procesov z manjšo porabo vode in možnosti rabe meteorne in hudourniške vode v industriji
2. **zmanjšanje okoljskih obremenitev** zaradi odvzema, rabe in izpustov vode, kar zahteva razvoj novih tehnologij, ki bodo zmanjšale vplive na okolje. Za to je potrebno zagotavljanje kakovosti podatkov o substancah in emisijah, razvoj novih metod za celovito ovrednotenje strupenosti nevarnih kemikalij za vodno okolje, razvoj metodologije za spremljanje učinkovitosti čiščenja s kombinacijo kemijskih metod in ekotoksikoloških testov, razvoj manj nevarnih kemikalij v procesih, selektivno odstranjevanje kritičnih sestavin, pridobivanje sekundarnih surovin iz odpadkov in napredne in trajnostne tehnologije čiščenja odpadne vode in vračanje toplotne energije.
3. **izboljšanje kakovosti izdelkov, stabilnosti procesov in stroškovne učinkovitosti** zahtevajo stroškovno učinkovito pripravo in rabo vode, sekundarnih surovin, zmanjšanja obraščanja in korozije, monitoring kritičnih sestavin in uvedba novih storitev in izdelkov so možne le ob zagotavljanju kakovosti podatkov, razvoju učinkovitih novih tehnologij, metod pridobivanja energije iz vode, raziskav zahtevane kakovosti vode, poapnenja, obraščanja, korozije in zaščitnih tehnologij in in-line metod monitoringa v industrijskih procesih.
4. **izboljšave na področju zdravja in varnosti** na osnovi razvoja dostopnih, zdravih in varnih tehnologij zahtevajo zmanjšanje uporabe nevarnih kemikalij, izpolnjevanje higienskih standardov in zmanjševanje tveganje, kar lahko temelji na razvoju novih tehnologij in kemikalij za čiščenje vode, novih tehnologijah dezinfekcije, novih orodjih

za nadzor varnosti, ločevanje oskrbe s požarno in pitno vodo ter seveda izobraževanje in ozaveščanje.

5. **odstranitev netehnoloških ovir** pri uveljavitvi obstoječih in nastajajočih tehnologij, ki zahteva predvsem prenos znanja z diseminacijo in izobraževanjem ter široko implementacijo tehnologij. Doseči moramo širšo podporo BAT (*»Best Available Technology«*), poznavanje netehnoloških ovir in odstranitev ovir za mala in srednja podjetja, kar zahteva vključevanje upravnih institucij, industrije, ekonomije in izobraževalnega sistema.

Voda v kmetijstvu

Kmetijstvo uporablja velike količine vode za rastlinsko pridelavo, živinorejo, v živilsko-predelovalni industriji in v akvakulturi. Bolj kot druge dejavnosti pa je prav kmetijstvo podvrženo globalnim klimatskim spremembam in hidrologi vse glasneje opozarjajo, da bo oskrba z vodo že kmalu postala glavni problem kmetijstva. Temu se kmetijstvo v naslednjih desetletjih ne bo moglo izogniti, lahko pa se novemu stanju prilagodi.

Vizija razvoja kmetijstva v spremenjenih razmerah je, da bo postalo ekonomsko opravičljivo in konkurenčno na svetovnem tržišču, tako da bo postalo bolj prilagodljivo na nove izzive tržišča in povečalo trajnostno naravnost. Povečanje učinkovitosti rabe vode v kmetijstvu in povečanje rabe nekonvencionalnih virov vode pa zahteva nove tehnologije, opremo in zmogljivosti v povezavi z vodami. Od padavin odvisna rastlinska predelava pri nas prevladuje in bo tudi v prihodnje ostala pomemben podsektor kmetijstva. Zaradi klimatskih sprememb pa se bo soočila z veliko variabilnostjo v pojavljanju, intenziteti, trajanju in količini padavin. Odgovor na spremembe v naravi bo morala poiskati v prilagajanju kolobarjev in ukrepov za vzdrževanje vlažnosti tal, razvoju metod za boljšo izrabo padavin in prilagoditvi rabe kemikalij potrebam varovanja okolja v novih razmerah. Tudi rastlinska pridelava z namakanjem se bo v prihodnje srečevala s povečanim razkorakom med ponudbo in porabo vode ustrezne kakovosti, zato bo moralo povečati učinkovitost in se prilagoditi alternativnim vodnim virom. Tako bo vse pomembnejši del kmetijstva tudi pri nas postala pridelava v rastlinjakih, saj v primerjavi s pridelavo na prostem bolje izkorišča vodo z notranjim in zunanjim recikliranjem vode in ima manj negativnih vplivov na okolje. Živinoreja se bo v intenzivnem in ekstenzivnem sektorju razvijala v odvisnosti od naravnih danosti v skladu z zahtevami Vodne direktive ob razvoju novih tehnologij in metod, ki bodo zmanjšale emisije biotskih in abiotskih substanc v okolje in povečale trajnostno naravnost živinorejske pridelave. Priobalna marikultura in sladkovodno ribogojstvo se bosta prav tako razvijala v smeri zmanjšanja porabe vode in zmanjšanja vpliva na okolje.

Podobno kot industrija tudi kmetijstvo nastopa kot porabnik in onesnaževalec vode, kar se neposredno odraža v stroških kmetijske pridelave. Kritična tematska področja, na katera se v prihodnosti usmerjajo raziskovalni in razvojni potenciali, so tako:

1. **splošno upravljanje voda za potrebe kmetijstva**, ki obsega vključevanje kmetijstva v načrtovanje upravljanja voda na ravni porečja, uporabo melioracijskih jarkov za ekoremediacije s funkcijo zadrževanja in čiščenja vode ter povečevanja biodiverzitete ter uvedbo vegetacijskih oz. blažilnih območij kot zaščito pred razpršenim onesnaževanjem. Za to so potrebne raziskave upravljanja voda na področju kmetijstva in konsistentnost kmetijske politike s politikami ostalih sektorjev.
2. **izboljšanje tehnologije rabe vode na ravni kmetije** lahko dosežemo z razvojem in uporabo merilne in opazovalne mreže za spremljanje stresa rastlin z ustreznimi senzorji, potrebne so ustrezne baze in obdelave podatkov, inovativne tehnologije za čiščenje odpadne vode do kakovosti pitne vode oziroma do kakovosti primerne za namakanje ali uporabo v živinoreji in akvakulturi.

3. **prilagajanje globalnim klimatskim spremembam** zahteva razvoj in prilagoditev strategij na dolgoročne spremembe, povečanje pritiska na vodne vire na nivoju porečij, ekstremne naravne dogodke, spremembe rabe tal, spremembe snovnih in energijskih tokov v naravnih krogotokih in spreminjanje vodnih lastnosti tal. Temu je treba prilagoditi celoten sistem kmetovanja, razviti metode za izboljšanje gospodarjenja z vodami, pospešiti interdisciplinarne raziskave kroženja snovi v tleh in usode mikroonesnažil v naravnih sistemih, razviti opozorilne sisteme in načine odzivanja na ekstremne suše, raziskati možnosti uporabe odpadnih vod za namakanje, izboljšanje namakalnih sistemov, povečanje vodoodbojnosti tal itd.
4. **kakovost voda in okoljski vplivi** predstavljajo okvir za implementacijo Vodne direktive, zmanjšanje onesnaženja voda zaradi kmetovanja, varovanje visokovrednih naravnih vodotokov in izboljšanje ekološkega stanja voda. Potrebne so aktivnosti na področju razvoja orodij za implementacijo Vodne direktive in Direktive o podzemnih vodah na področju kmetijstva, razvoja strategij za uporabo naprednih tehnologij za rabo vode v kmetijstvu na ravni porečja, razvoj metod za zmanjšanje vpliva kmetijstva na vode in vpliv suše na kakovost vode.
5. **pridobivanje podatkov, sistemska znanja in modeliranje** zahtevajo razvoj in uporabo metod daljinskega zaznavanja, razvoj in povezovanje modelov, ki upoštevajo negotovost podatkov, ter razvoj modelov in sistemov podpore odločanja. Nujni sta harmonizacija in povezava meteoroloških in vodno-talnih sistemov z modeli rabe tal in modeli odločanja, parametrizacija modelov, raziskave negotovosti modelov in zagotavljanja kakovosti v celotnem procesu modeliranja ter usmerjene raziskave za zagotavljanje relevantnosti in zanesljivosti socio-ekonomskih podatkov.
6. **ekonomska učinkovitost in kakovost pridelkov** temeljita na ekonomski analizi povračila stroškov v skladu z Vodno direktivo, zahtevata pa tudi razvoj sistemov odločanja vključno z računalniškimi simulacijami na nivoju povodja za dobro okoljsko prakso, razvoj in promocijo okoljskih meril in tehnologij in oceno vplivov kmetijstva na okolje. Raziskave so usmerjene na razvoj orodij za spremljanje stresa pri rastlinah, daljinsko zaznavanje stresa, sledenje kakovosti pridelkov in vpliv vode na kakovost pridelkov.
7. **zanesljivost pridelave in procesov in varnost kmetijskih prihodkov** zahtevajo zmanjšanje tveganja z uporabo analize tveganja v celotnem postopku in upravljanje z visokovrednimi elementi v kmetijski krajini. Razviti je potrebno varnostne mehanizme in socio-ekonomsko sprejemljive politike za enakost pri distribuciji vode in razvoj varnostnih mehanizmov in družbeno sprejemljive politike v primeru suš in poplav.

Kot skupni imenovalec na vseh področjih pa se kaže potreba po povezovanju in posredovanju znanja in prakse o tehnoloških inovacijah in najboljši razpoložljivi kmetijski praksi. Nujen je razvoj svetovalnih programov na osnovi analize izkušenj ob sodelovanju kmetov, vodooskrbe in oblasti, promocija demonstracijskih poskusov in delovanja svetovalne službe za doseganje prenosa tehnologij in analiza komunikacije med različnimi disciplinami znanosti in panogami, ki se srečujejo na področju raziskav voda v kmetijstvu (sociologija, ekonomija, tehnične vede).

Upravljanje voda

Ko govorimo o upravljanju voda, najprej pomislimo na zakone in predpise, strategije, programe, pravne smernice, mednarodne konvencije, državne pogodbe, institucionalno organiziranost, strokovno, tehnično in tehnološko opremljenost, komunikacije, nivo zavedanja in poznavanja problemov in rešitev in še kaj. V Sloveniji področje upravljanja voda ureja 14 zakonov in blizu 500 predpisov. Imamo najmanj 20 nacionalnih strategij, programov, EU in nacionalnih smernic in konvencij. Skupni imenovalec vseh pa je namen, da se zagotovi uravnoteženo trajnostno upravljanje voda kot vira visoke vrednosti za ljudi, industrijo, kmetijstvo in naravo. Osnova za uspešno upravljanje voda pa je poznavanje problematike, ki

se je lotevamo v dokumentih in strategijah. Še vedno nimamo dovolj znanja o osnovnih procesih in naravnih zakonitostih, predvsem glede klimatskih sprememb, delovanja in odzivanja ekosistemov na antropogene vplive, usoda industrijskih produktov v naravnih sistemih in odziv naravnih sistemov na prisotnost in delovanje le-teh.

Da bo v bližnji prihodnosti Slovenija lahko na evropski ravni enakovredno in odgovorno sodelovala pri trajnostnem upravljanju voda, moramo vzpostaviti :

1. Medresorno povezane in usklajene politike in orodja za upravljanje voda
2. Razvoj novih generacij in harmonizacija instrumentacije, monitorjev, (bio)indikatorjev, podatkovnih baz, opazovalnih in referenčnih sistemov
3. *On-line* dosegljivost in uporaba podatkov in orodij za modeliranje in izboljšanje natančnosti in zanesljivosti upravljanja voda
4. Nova generacija sistemov podpore odločanja za medresorno upravljanje voda na ravni povodja in porečja
5. Ekonomsko, trajnostno in demokratično upravljanje voda s sposobnostjo odzivanja na hitre spremembe
6. Skrajšane in učinkovite povezave med tehnologijo/politiko in prakso

Da bi lahko vzpostavili stanje, ki bo omogočalo doseganje zastavljenih ciljev, pa je nujno pospešiti raziskovalne in razvojne dejavnosti na naslednjih področjih:

1. **splošno upravljanje voda**, kar zahteva trajnostni pristop k načrtovanju in upravljanju vodotokov na ravni porečja in povodja, vrednotenje vodnih virov in okolja, razvoj indikatorjev učinkovitosti integriranega upravljanja z vodnimi viri in skladnost z Direktivo o vodah, usklajevanje celovitega razvoja države z načeli trajnostnega upravljanja voda, dopolnitve in spremembe zakonodaje s področja upravljanja voda in vključevanje interesnih skupin v upravljanje voda. V ta namen je predvidena cela vrsta potrebnih aktivnosti, med drugim analiza politik upravljanja voda, integracija prostorskega in vodnega načrtovanja, razvoj prostorskih modelov obnove in rehabilitacije rečnih koridorjev, ovrednotenje vloge varovalnih gozdov za vodni režim, harmonizacija metod za oceno škod zaradi naravnih in drugih nesreč, modeliranje dolgoročnih posledic medresornega odločanja itd.
2. **pridobivanje integralnih informacij** obsega razvoj merilnih in opazovalnih mrež za integrirano upravljanje voda, senzorjev in podatkovnih baz ter obdelav podatkov. Gre za razvoj kompleksnih in povezanih opazovalnih mrež za zrak, vodo, tla, vegetacijo, habitate in ekološke parametre, spremljanje vpliva snežnih padavin na vodni režim, optimizacijo obstoječih opazovalnih mrež in izdelavo pravil dobre prakse za programe meritev, zagotavljanje kakovosti podatkov, harmonizacijo merilnih sistemov in formatov podatkov, sistemov za zbiranje le-teh, uporaba modelov za in-situ interpretacijo podatkov itd. Za implementacijo informacij v upravljanje voda je treba razviti in uporabljati ustrezne indikatorje stanja in vpliva obremenitev voda, ekotoksikološke metode za oceno stanja voda, inteligentne senzorje, opozorilne sisteme, modele za analizo tveganj itd.
3. **naravni procesi** odločilno vplivajo na snovne in energijske tokove v naravi, odzivanje naravnih sistemov na podnebne spremembe in posledično na ukrepe za zmanjševanje njihovih posledic. Raziskave na tem področju so tako usmerjene na specifične lastnosti hudourniških, kraških in sušnih območij v Sloveniji, vpliv zajezev in odvzemov vode iz vodotokov na vodni ekosistem, vpliv ekstremnih naravnih dogodkov na uporabnike voda in zmanjševanje negativnih posledic, hidromorfološko tipizacijo vodotokov, vpliv rabe prostora na površinske in podzemne vode, vpliv spremembe rabe prostora, naravne potenciale gorskih območij, interakcije med površinskimi

vodami in podzemno vodo, usodo onesnažil, zaščito in sanacijo vodnih sistemov in ekoremediacijo. Potrebne so temeljne in razvojne raziskave na celi vrsti inter- in multidisciplinarnih področjih, od raziskav osnovnih hidroloških, hidrogeoloških in geoloških značilnosti ozemlja na regionalni in lokalni ravni, določitev vodnih zalog, raziskave vpliva vegetacije in rabe prostora na procese in stanje voda, raziskave odnosov in povezav med hidrološkimi, morfološkimi, fizikalno-kemijskimi in biološkimi parametri tal in njihov vpliv na režim napajanja vodonosnikov, interdisciplinarne raziskave transporta in usode (mikro)onesnažil v okolju in še mnoge druge.

4. **systemska znanja in modeliranje za integrirano upravljanje voda** povezujejo multidisciplinarne vede, integracijo posameznih znanosti, družbene in politične znanosti, meroslovje in hidrologijo. Osnovne usmeritve so povezovanje in integriranje modelov ter določitev in obvladovanje negotovosti podatkov, modelov in sistemov podpore odločanja. Predvidene so predvsem aktivnosti na področju harmonizacije in povezovanja atmosferskih/odtočnih modelov z modeli rabe prostora in določevalskimi formami in procesi v politični areni, parametrizacija modelov, raziskave raznih aspektov negotovosti modelov, podatkov, parametrov in negotovosti zaradi strukturiranja modelov, zagotavljanje kakovosti v procesu modeliranja, komunikacijski procesi v politični areni kot učni proces vključevanja akterjev in usmerjene raziskave za zagotavljanje relevantnosti in zanesljivosti družbenih in ekonomskih podatkov.
5. **uporaba modeliranja pri odločanju in upravljanju vodnih virov** zahteva razvoj integriranih sistemov upravljanja voda, sistemov podpore pri odločanju za uporabnike, oceno in upravljanje tveganja, optimizacijo stroškov, tvegano gospodarjenje na področju varstva pred naravnimi nevarnostmi, simulacijo vplivov na okolje in predstavitve javnosti. Zato je treba zagotoviti ustrezen razvoj politične arene za upravljanje voda in okolja, razvoj ekspertnih sistemov in podsistemov za optimiranje procesov odločanja o rabi prostora glede na upravljanje vodnih virov in zaščito okolja, raziskave o vključevanju javnosti in civilne družbe v razvojni model, raziskave sistema vrednost, razvoj predstavitev in vizualizacije informacij za uporabnike, raziskave orodij za oceno tveganja na področjih, za katera primanjkuje podatkov in razvoj ustreznih oblik in načinov informiranja javnosti, civilne družbe in organov odločanja.
6. **razvoj in prilagajanje** obsegata predvsem načrtovanje v hitro spreminjajočem se svetu in socioekonomski razvoj izkoriščanja vodnih virov. To zahteva predvsem razvojne raziskave razumevanja in odzivanja na okoljske spremembe, raziskave usmerjene v povečanje zanesljivosti oskrbe z vodo, raziskave in optimizacijo varovalnih ukrepov zaščite pred erozijo in hudourniki, raziskovanje in sprotne evalvacije komunikacije in form odločanja in razvoj dobre prakse izkoriščanja voda za različne potrebe.
7. **razširjanje informacij in ozaveščanje** potrebuje mreže znanja, povezovanje na regionalni in lokalni ravni in izobraževanje kadrov za posredovanje znanja uporabnikom in javnosti. V ta namen je nujno zagotoviti povezovanje z evropskimi mrežami odličnosti, mrežami znanja, centri odličnosti, vključevanje v evropske projekte in mreže upravljanja na ravni porečij in povodij, informiranje, ozaveščanje in izobraževanje posameznikov, javnosti, civilne družbe in akterjev odločanja z vključevanjem le-teh v pripravo projektov in kampanje ozaveščanja za splošne in ciljne javnosti (interaktivna orodja, e-demokracija, zgibanke, izobraževanje otrok in mladine v interaktivnih delavnicah ipd).
8. **vodenje in nadzor** temelji na razvoju tehničnih modelov za podporo institucionalnemu razvoju, integraciji naravoslovno-tehničnih in socioekonomskih raziskav, trajnem izobraževanju kadrov v administraciji, povezovanje administrativnih služb in resorjev za zagotavljanje usklajenega in trajnostnega upravljanja prostora in voda in izobraževanje interesnih skupin ter njihovo vključevanje v odločanje in izvajanje ukrepov.

Horizontalne dejavnosti

Horizontalne dejavnosti so skupne vsem prej naštetim področjem in imajo naslednje cilje:

1. **vplivati na raziskovalna področja na nacionalni in evropski ravni** z vključevanjem Slovenske tehnološke platforme v aktivnosti sorodnih evropskih tehnoloških platform in sodelovanje v mednarodnih projektnih skupinah
2. **promovirati in ozaveščati vse interesne skupine**, tako, da se dvigne nivo zavedanja o pomembnosti vode kot strateškega vira. To obsega aktivno obveščanje in privabljanje potencialnih deležnikov k aktivnostim in spodbujanje in promocija razvoja in raziskav na področju voda
3. **izobraževati in usposablјati civilno družbo** in širšo javnost z vpeljevanjem obravnavanja tematike voda na vse nivoje izobraževanja in izobraževanje kadrov interesnih skupin za podporo odločanja pri upravljanju voda
4. **poenotiti razumevanje izzivov, ki jih predstavlja voda**, ekspertom na posameznih področjih, politiki, zakonodajnim telesom in uporabnikom, ki sodelujejo pri pripravi zakonov in vplivajo na izvedbo razvojne politike
5. **terminološki razvoj** z uveljavljanjem rabe slovenskega jezika na strokovnih področjih, ki se dotikajo področja voda.

Sklep

Posamezniki in države se morajo zavedati izjemne okoljske, družbene in ekonomske vrednosti vode in zagotovljene oskrbe s kakovostno vodo.

Le kompleksni pristop k reševanju najširše problematike voda, ki zajema vse znanstvene discipline in vse segmente družbe, in osredotočanje na potrebe in prioritete porabnikov vode in ponudnikov storitev, lahko zagotovi sprejemanje tehničnih inovacij, ki bodo korenito spremenile naš vsakdanji način življenja in razmišljanja o vodi kot univerzalni dobrini.

Le ustrezno obravnavanje političnih, družbenih, ekonomskih, okoljskih, vladnih in tehnoloških izzivov lahko pripelje do resničnega dviga konkurenčnosti na področju okoljskih tehnologij, kar zahteva razvoj baze znanja, ki upošteva pravne, ekonomske, kulturne, tehnološke in ekološke dimenzije problematike.

Le znanje omogoča interesnim skupnostim sodelovanje v procesu odločanja, optimizacije in upravljanja okoljskih rešitev. Ne glede na to, da je voda neločljivi del globalnega sistema, pa so na področju upravljanja voda potrebne rešitve, prilagojene lokalnim pogojem in potrebam.

Slovenska tehnološka platforma za vode (<http://www.tpvide.si>) v skupnem delu vseh sodelujočih prispeva k razvoju in implementaciji vizije in strategije na področju vod za Slovenijo in tako prispeva pri pripravi strateško razvojne raziskovalne agende in njenega akcijsko izvedbenega plana in se je aktivno povezala tudi z evropsko platformo za vode.