Water: **Brief**

14

System Complexity and Stakeholder Needs

Ensuring river basin models for climate change adaptation are fit-for-purpose

February 2020

INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र

14

System Complexity and Stakeholder Needs

Ensuring river basin models for climate change adaptation are fit-for-purpose

निकाय की जटिलता और हितधारक आवश्यकताएं

जलवायु परिवर्तन अनुकूलन के लिए नदी बेसिन मॉडल सुनिश्चित करना उद्देश्य पूर्ति हेतु उपयुक्त हैं

CITATION

Holman, I and Singh, R (2020). System Complexity and Stakeholder Needs: Ensuring river basin models for climate change adaptation are fit-for-purpose. Water Brief 14. 27 pp. India-UK Water Centre. Wallingford, UK and Pune, India.

आई, होल्मन एवं आर, सिंह, (2020)। निकाय की जटिलता और हितधारक आवश्यकताएं: जलवायु परिवर्तन अनुकूलन के लिए नदी बेसिन मॉडल सुनिश्चित करना उद्देश्य पूर्ति हेतु उपयुक्त है। जल संक्षिप्त 14. 27 पृष्ठ । भारत-यूके जल केंद्र । वॉलिंग़फर्ड, यूके एवं पुणे, भारत।

Front Cover Photo: Waterfalls in forest (Venkat Sudheer Reddy on Unsplash). All other photos: Unsplash

Natural Environment Research Council

सत्यमेव जयते

The India-UK Water Centre (IUKWC) promotes cooperation and collaboration between the complementary priorities of NERC-MoES water security research.

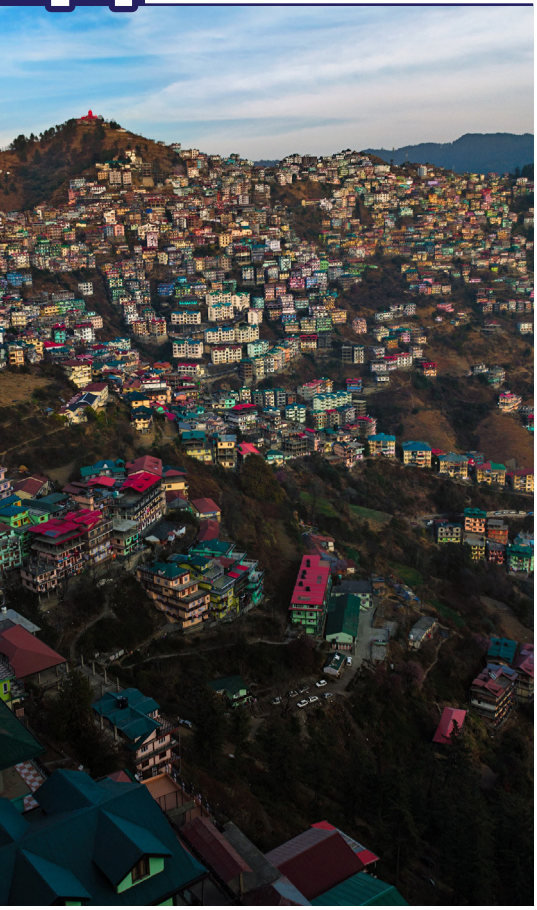
भारत-यूके जल केंद्र एम.ओ.ई.एस - एन.ई.आर.सी (यूके) जल सुरक्षा अनुसंधान की परिपूरक प्राथमिकताओ के बीच सहकार्यता और सहयोग को बढ़ावा देता है ।

This *State of Science Brief* was produced as an output from an India-UK Water Centre supported Senior Researcher Exchange held at the Indian Institute of Technology Kharagpur, India in May 2019.

भारत यूके जल केंद्र समर्थित वरिष्ठ शोधकर्ता विनिमय(आदान–प्रदान) का आयोजन मई 2019 में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान खड़गपुर, भारत में किया गया, विज्ञान का यह सार संक्षेप इसी का प्रतिफल था।

One Day Workshop
on
"Exploring How to
Ensure Hydrological
Model Results are
'Fit for Purpose"
22nd May 2019

14



1. Background

Climate change will impact all aspects of water resources and their management in India and the UK. However, it will not occur in isolation, but will also be associated with ongoing, uncertain, socio-economic change. Understanding the consequences of, and responses to, future climate and socio-economic change on Indian water resources requires a holistic perspective that brings together both, i.e. the environmental, infrastructural, human and governance systems that control the movement, storage, use and return of water. Models are potentially useful tools for supporting the understanding of the consequences of these future changes and for supporting communication across the science-policy interface. However, past research has demonstrated that a siloed or sectoral approach to modelling provides a less nuanced understanding of impacts than from using integrated or systems-based models. This reflects the complex inter-dependencies and interactions between water, land, economy and people.

Such systems-based modelling approaches, like any model, have different strengths and weaknesses in how they can represent these system components; differences in how they can represent adaptation responses at individual to government scales; and have differing utility in providing stakeholder-relevant insights.

1. पृष्ठभूमि

भारत एवं यूके में जल संसाधनों तथा उसके प्रबंधन के सभी पहलुओं को जलवायु परिवर्तन प्रभावित करेगा। हालांकि, यह अलगाव में नहीं होगा, बल्कि लगातार जारी, अनिश्चित, सामाजिक-आर्थिक बदलाव से भी जुड़ा होगा । भारतीय जल संसाधनों पर भविष्य के जलवायु एवं सामाजिक-आर्थिक बदलाव के परिणामों, तथा प्रतिक्रियाओं को समझने के लिए एक समग्र परिप्रेक्ष्य की आवश्यकता होती है, जो दोनों को एक साथ लाता है, अर्थात, पर्यावरण, अवसंरचना, मानव और शासन प्रणाली जो पानी बहाव, भंडारण, उपयोग तथा आवृत्ति(पुनरागमन) को नियंत्रित करते हैं । भविष्य के इन परिवर्तनों के परिणामों की समझने तथा विज्ञान-नीति इंटरफ़ेस में संचार बहाल करने के लिए मॉडल संभवत: उपयोगी साधन हैं। हालांकि, पिछले शोध ने दर्शाया है कि मॉडलिंग के लिए एक साइलो(कोष्ठागार) या खंडीय दृष्टिकोण एकीकृत या सिस्टम-आधारित मॉडलो के उपयोग करने की तुलना में प्रभावों का निम्न बारीकी समझ प्रदान करता है। यह जल, भूमि, अर्थव्यवस्था और लोगों के बीच जटिल अंतर-निर्भरता एवं संवाद को दर्शाता है।

ऐसे सिस्टम-आधारित मॉडलिंग दृष्टिकोण के, किसी भी मॉडल की तरह, अलग-अलग ताकते और कमजोरियां हैं कि कैसे वे इन सिस्टम घटकों को दर्शा सकते हैं; कैसे वे अनुकूलन प्रतिक्रियाओं को व्यक्तिगत रूप से सरकारी स्तरों तक सकते हैं; और हितधारक-संबंधित अंतर्दृष्टि प्रदान करने में अलग उपयोगिता है।

14

A Senior Researcher Exchange between Cranfield University and Indian Institute of Technology, Kharagpur, was facilitated by the India–UK Water Centre in May 2019 to evaluate alternative systems-based modelling approaches and the modelling of adaptation to future climate and socio-economic change in order to support improvements in the ability of water resource systems modelling in supporting multi-scale responses for increased resilience to future global change. Further information on the exchange can be in the activity report at www.iukwc.org.

2. Key Findings

2.1. Moving from direct sectoral impacts of climate change to systemic impacts of climate and socio-economic change

Until recently, the focus of much current climate change impact, adaptation and vulnerability (CCIAV) research in the Water-Energy-Environment-Food nexus has been on understanding the direct impacts of climate change on river flows, irrigation need, hydropower and reservoir performance etc. There has been less emphasis on assessing the indirect or cross-sectoral impacts and feedback which are a feature of real complex systems. With the ongoing UK-India collaborations within the Sustaining Water Resources (SWR) programme, these interactions and feedbacks are being more fully represented in water modelling studies.

क्रैनफील्ड विश्वविद्यालय और भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर के बीच एक वरिष्ठ शोधकर्ता एक्सचेंज(आदान-प्रदान) को मई 2019 में वैकल्पिक सिस्टम-आधारित मॉडलिंग दृष्टिकोण और भविष्य के जलवायु और सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन के अनुकूलन के मॉडलिंग का मूल्यांकन करने के लिए भारत-यूके जल सेंटर द्वारा सुविधा प्रदान की गई थी। भविष्य के वैश्विक परिवर्तन के लिए लचीलापन बढ़ाने के लिए बहु-स्तरीय प्रतिक्रियाओं का समर्थन करने में जल संसाधन प्रणालियों की क्षमता में सुधार का समर्थन करने के लिए। एक्सचेंज की अधिक जानकारी www.iukwc.org पर गतिविधि रिपोर्ट में हो सकती है।

2. मुख्य निष्कर्ष

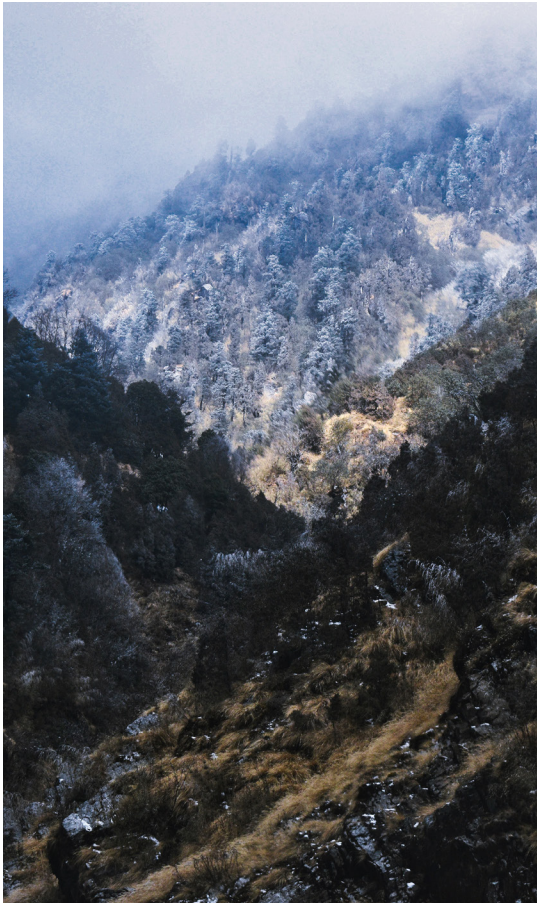
2.1. जलवायु परिवर्तन के प्रत्यक्ष क्षेत्रीय प्रभावों से जलवायु और सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन के प्रणालीगत प्रभावों पर जाना

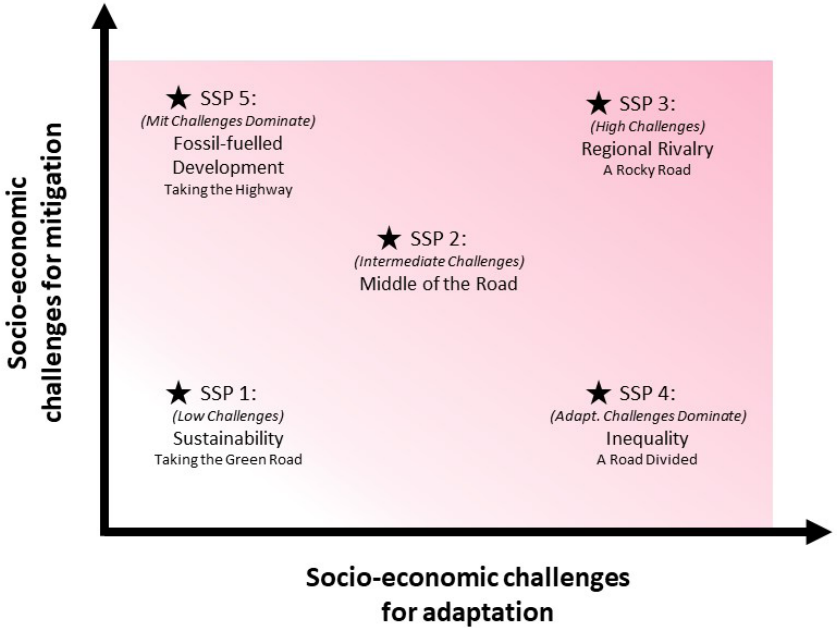
हाल के दिनों तक, जल-ऊर्जा-पर्यावरण-खाद्य संधि में बहुत से मौजुदा जलवायु परिवर्तन के प्रभाव, अनुकूलन और भेद्यता (CCIAV) अनुसंधान का फोकस नदी के प्रवाह, सिंचाई की जरूरत, जल विद्त तथा जलाशय के प्रदर्शन आदि पर जलवायु परिवर्तन के प्रत्यक्ष प्रभावों को समझने पर रहा है। अप्रत्यक्ष या क्रॉस-सेक्टोरल प्रभावों और प्रतिक्रिया का आकलन करने पर कम जोर दिया गया है जो वास्तविक जटिल प्रणालियों की एक विशेषता है। सतत जल संसाधन (एसडब्ल्यूआर) कार्यक्रम के भीतर चल रहे यूके-भारत सहयोग के साथ, इन बातचीत और फीडबैक का पूरी तरह से जल मॉडलिंग अध्ययनों में प्रतिनिधित्व किया जा रहा है।

14

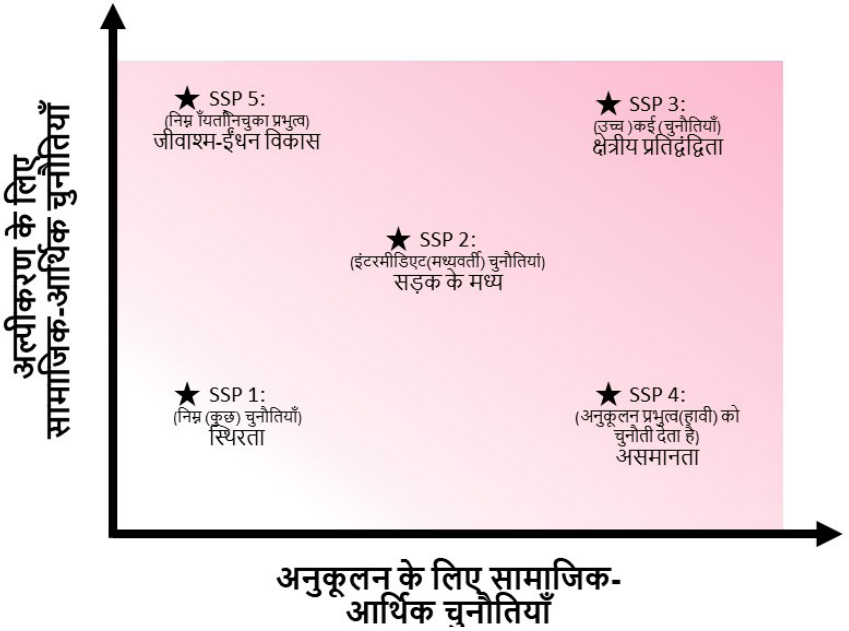
However, whilst climate change uncertainty is widely recognised and incorporated into CCIAV modelling study design, future socio-economic change is rarely represented. Most studies to date have an implicit assumption of low future socio-economic uncertainty, represented by model conditions of no change or a Business as Usual (BAU) scenario in which recent trends continue. This is despite the importance put on socio-economic change by the stakeholders within the Researcher Exchange workshop and the substantial body of literature that demonstrates that the impacts of socio-economic change on water and land systems can be more substantial than those of climate change. The lack of inclusion of plausible contrasting scenario of future non-climate change arises, at least in part, from the relative newness of the new generation of socio-economic scenarios (the global Shared Socioeconomic Pathways or SSPs) and the lack of downscaled scenario narratives and quantifications for India. The SSPs describe alternative plausible pathways of change that are arranged by axes that represent different levels of the socioeconomic challenges to delivering effective climate change mitigation (e.g. energy mix lock-ins; unsustainable behaviours; lack of international co-operation etc.) and adaptation (e.g. lack of financial resources; conflict, inequality etc.). Indian researchers would benefit from the considerable experience that UK researchers have gained in the development, quantification and application of such scenarios over the past 20 years.

हालाँकि, जलवायु परिवर्तन अनिश्चितता व्यापक रूप से मान्यता प्राप्त है और CCIAV मॉडलिंग अध्ययन डिजाइन में शामिल है, भविष्य के सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन का प्रतिनिधित्व शायद ही कभी किया जाता है। आज तक के अधिकांश अध्ययनों में निम्न भविष्य की सामाजिक-आर्थिक अनिश्चितता की एक अंतर्निहित धारणा है, जो बिना किसी बदलाव के मॉडल स्थितियों या एक व्यवसाय के रूप में दर्शायी जाती है, जिसमें हाल ही में रुझान जारी है। यह शोधकर्ता एक्सचेंज कार्यशाला के भीतर हितधारकों द्वारा सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन पर दिए गए महत्व और साहित्य के पर्याप्त निकाय के बावजूद है जो दर्शाता है कि जल और भूमि प्रणालियों पर सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन का प्रभाव जलवायु परिवर्तन की तुलना में काफी अधिक हो सकता है। भविष्य के गैर-जलवायु परिवर्तन के प्रशंसनीय विषम परिदृश्य के समावेश की कमी, सामाजिक-आर्थिक परिदृश्यों की नई पीढ़ी (वैश्विक साझा सामाजिक आर्थिक रास्ते या एसएसपी) के सापेक्ष नएपन से, कम से कम कुछ समय में उत्पन्न होती है, और नकारात्मक परिदृश्यों की कमी और भारत के लिए मात्राएँ। SSPs परिवर्तन के वैकल्पिक प्रशंसनीय मार्गों का वर्णन करते हैं जो प्रभावी जलवायु परिवर्तन शमन (जैसे ऊर्जा मिश्रण लॉक-इन; अस्वाभाविक व्यवहार; अंतरराष्ट्रीय सह-संचालन की कमी आदि) और अनुकूलन (उदाहरण के लिए, ऊर्जा जलवायु परिवर्तन शमन) के विभिन्न स्तरों का प्रतिनिधित्व करते हैं। वित्तीय संसाधनों की कमी; संघर्ष, असमानता आदि)। पिछले 20 वर्षों में इस तरह के परिदृश्यों के विकास, परिमाण और अनुप्रयोग में यूके के शोधकर्ताओं ने काफी अनुभव हासिल किया है।





Five shared socioeconomic pathways (SSPs) representing different combinations of challenges to mitigation and to adaptation.



पांच साझा सामाजिक आर्थिक रास्ते (एसएसपी) शमन और अनुकूलन के लिए चुनौतियों के विभिन्न संयोजनों का प्रतिनिधित्व करते हैं।

2.2. Characteristics of successful water resource systems modelling studies

During the Researcher Exchange activities, UK and Indian studies which utilised a broad range of systems models were discussed and evaluated. Many elements of such modelling activities in the India and UK are the cutting edge of hydrological modelling and science. The models discussed ranged from commercial software packages (e.g. WEAP, RiverWare and MIKE-SHE), open or accessible source river basin models (e.g. SWAT, GWAVA), closed source freeware models (e.g. VIC, HEC-HMS) and bespoke system dynamics models. These represent the main components of a water resources system (hydrology, uses, infrastructure and policies) with different levels of completeness and sophistication.

There is no ‘one size fits all’ for systems-based modelling of water resources in India, given the variability in system components and behaviours across India and the range of different purposes to which models were applied. Nevertheless the successful projects explored in the RE had common characteristics:

1. An understanding of the system was developed prior to modelling, through comprehensive data analysis and stakeholder engagement to inform system representation. The incorporation of stakeholder knowledge and understanding had the added benefit of increasing stakeholder confidence in both the modellers and the model – all stakeholders within the Researcher Exchange stakeholder workshop

2.2. अध्ययन के सफल जल संसाधन प्रणालियों के लक्षण

शोधकर्ता आदान-प्रदान गतिविधियों के दौरान, भारतीय एवं यूके अध्ययन जो सिस्टम मॉडल की एक विस्तृत श्रृंखला का उपयोग करते थे, पर चर्चा की गई और उसका मूल्यांकन किया गया। भारत और ब्रिटेन में ऐसी मॉडलिंग गतिविधियों के कई तत्व जल विज्ञान संबंधी मॉडलिंग और विज्ञान के अत्याधुनिक हैं। चर्चा की गई मॉडल वाणिज्यिक सॉफ्टवेयर पैकेज (जैसे वीप, रिवरवेयर और माइक-सी), खुले या सुलभ स्रोत रिवर बेसिन मॉडल (जैसे SWAT, GWAVA), क्लोज्ड सोर्स फ्रीवेयर मॉडल (जैसे VIC, HEC-HMS) और bespoke सिस्टम डायनामिक्स मॉडल से लेकर हैं । ये जल संसाधन प्रणाली (जल विज्ञान, उपयोग, बुनियादी ढांचे और नीतियों) के मुख्य घटकों को पूर्णता और परिष्कार के विभिन्न स्तरों के साथ दर्शाते हैं।

भारत में जल संसाधनों के सिस्टम-आधारित मॉडलिंग के लिए कोई 'एक आकार सभी फिट नहीं है', पूरे भारत में सिस्टम घटकों और व्यवहारों में परिवर्तनशीलता और विभिन्न उद्देश्यों की श्रेणी को देखते हुए जिन पर मॉडल लागू किए गए थे।

फिर भी आरई में खोजी गई सफल परियोजनाओं में सामान्य विशेषताएं थीं:

1. सिस्टम की एक समझ मॉडलिंग से पहले विकसित की गई थी, व्यापक डेटा विश्लेषण और हितधारक सगाई के माध्यम से सिस्टम प्रतिनिधित्व को सूचित करने के लिए। हितधारक ज्ञान और समझ के समावेश से मॉडेलर और मॉडल दोनों में हितधारक विश्वास बढ़ाने का अतिरिक्त लाभ था - शोधकर्ता एक्सचेंज हितधारक कार्यशाला के भीतर सभी हितधारकों ने मॉडल / मॉडलिंग अध्ययन / मॉडल परिणामों में कम से कम मध्यम विश्वास को स्वीकार किया

professed to at least medium faith in models/modelling studies/model results.

2. The selection of appropriate models or modelling approaches was based on their ability to match that system representation and to provide outputs that are relevant to stakeholders.
3. The approaches to simplification of the complexity of the real water resources system within the model were informed by system understanding and the purpose of the modelling. This ensured that key drivers or processes affecting water movement, storage and use were not omitted.
4. A regular programme of stakeholder engagement to gain feedback, provide two-way learning and to develop trust, were implemented. This included for system conceptualisation, iterative model design (to ensure no important stakeholder-relevant omission), model performance evaluation to the design, the adaptations, and interventions to ensure that model outputs matched stakeholder needs. Within the stakeholder workshop carried out during the Researcher Exchange, the stakeholders all identified that it was either “Important” or “Essential” for stakeholder knowledge to be included in most types of modelling studies.
5. All models were conceptual or physical-based, ensuring that hydrological processes are explicitly represented. This provides

2. उपयुक्त मॉडल या मॉडलिंग दृष्टिकोणों का चयन उस प्रणाली के प्रतिनिधित्व से मेल खाने की क्षमता और आउटपुट प्रदान करने के लिए जो हितधारकों के लिए प्रासंगिक हैं, पर आधारित था।
3. मॉडल के भीतर वास्तविक जल संसाधन प्रणाली की जटिलता के सरलीकरण के दृष्टिकोण को सिस्टम की समझ और मॉडलिंग के उद्देश्य से सूचित किया गया था। इससे यह सुनिश्चित हो गया कि पानी की आवाजाही, भंडारण और उपयोग को प्रभावित करने वाले प्रमुख ड्राइवर या प्रक्रियाएं छोड़ी नहीं गई हैं।
4. 4) हित प्राप्त करने के लिए हितधारक जुड़ाव का एक नियमित कार्यक्रम, दो-तरफा सीखने और विश्वास विकसित करने के लिए लागू किया गया। इसमें सिस्टम अवधारणा, पुनरावृत्ति मॉडल डिज़ाइन (कोई महत्वपूर्ण हितधारक-प्रासंगिक चूक सुनिश्चित करने के लिए), डिज़ाइन के लिए मॉडल प्रदर्शन मूल्यांकन, अनुकूलन और हस्तक्षेप सुनिश्चित करने के लिए शामिल थे कि मॉडल आउटपुट हितधारक आवश्यकताओं से मेल खाते हैं। शोधकर्ता एक्सचेंज के दौरान किए गए स्टेकहोल्डर वर्कशॉप के भीतर, स्टेकहोल्डर सभी ने यह पहचान लिया कि अधिकांश प्रकार के मॉडलिंग अध्ययनों में शामिल होने के लिए यह या तो "महत्वपूर्ण" या "आवश्यक" था।
5. सभी मॉडल वैचारिक या भौतिक-आधारित थे,यह सुनिश्चित करते हुए कि हाइड्रोलॉजिकल प्रक्रियाओं का स्पष्ट रूप से प्रतिनिधित्व किया जाता है। यह अधिक आत्मविश्वास प्रदान करता है कि मॉडल वर्तमान जलवायु और सामाजिक-आर्थिक परिस्थितियों के बाहर लागू किए जाने पर प्रशंसनीय परिणाम प्रदान करेंगे, जिनके लिए उन्हें कैलिब्रेट और मान्य किया गया है।

greater confidence that the models will provide plausible results when applied outside of the current climate and socio-economic conditions to which they have been calibrated and validated.

2.3. Holistic and realistic assessment of adaptation

There are many different types of adaptation responses to the consequences of climate and/or socio-economic change. Whilst there are many scientific classifications of different dimensions of adaptation, here we distinguish for the water sector between:

- Infrastructure e.g. construction of reservoirs, hydropower schemes, irrigation canals etc.
- Technological e.g. irrigation technologies and scheduling, appliance or process efficiency
- Nature-based e.g. runoff control, soil improvement, afforestation
- Behavioural e.g. changing water use practices as a consequence of water saving campaigns etc.
- Management responses e.g. changes in reservoir operation rule curves, agronomic practices or crop selection
- Policy responses e.g. changing transboundary water sharing agreements; imposing minimum environmental flows

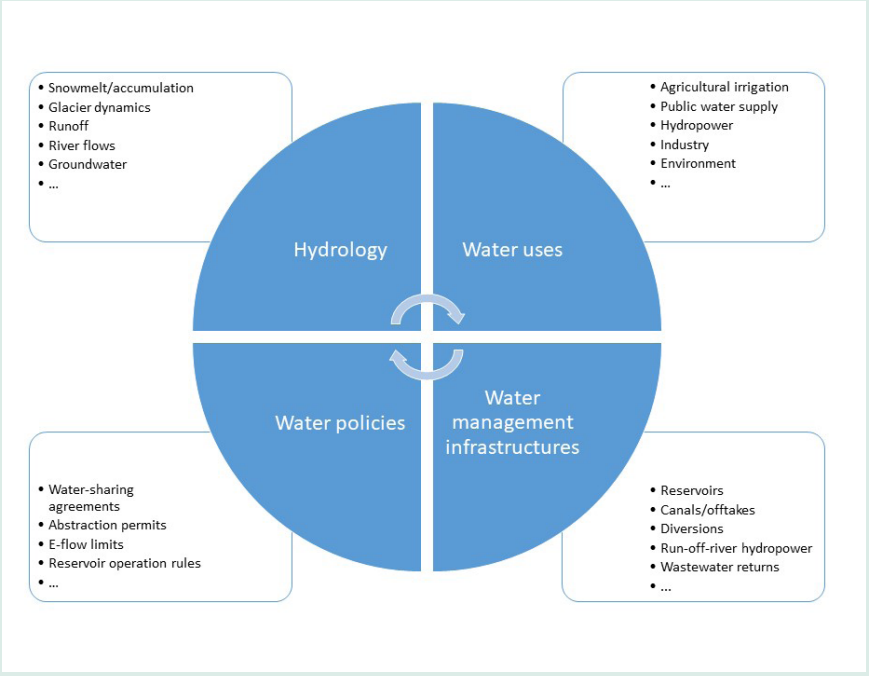
2.3. अनुकूलन का समग्र और यथार्थवादी मूल्यांकन

जलवायु और / या सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन के परिणामों के लिए कई अलग-अलग प्रकार की अनुकूलन प्रतिक्रियाएं हैं। जब भी अनुकूलन के विभिन्न आयामों के कई वैज्ञानिक वर्गीकरण हैं, यहाँ हम निम्नलिखित के बीच जल क्षेत्र के लिए भेद करते हैं:

- आधारभूत संरचना जलाशयों, जल विद्त योजनाओं, सिंचाई नहरों आदि का निर्माण
- तकनीकी उदाहरण के लिए सिंचाई तकनीक और शेड्यूलिंग, उपकरण या प्रक्रिया दक्षता
- प्रकृति-आधारित उदाहरण के लिए अपवाह नियंत्रण, मृदा सुधार, वनीकरण
- व्यवहार जैसे पानी की बचत के अभियानों आदि के परिणामस्वरूप पानी के उपयोग के तरीके बदलते हैं
- प्रबंधन प्रतिक्रियाएँ उदाहरण के लिए जलाशय संचालन नियम में परिवर्तन, कृषि अभ्यास या फसल चयन
- नीति प्रतिक्रियाएं जैसे ट्रांसबाउंड्री जल साझाकरण समझौतों को बदलना; न्यूनतम पर्यावरणीय प्रवाह को लागू करना

BOX 1: WHAT IS A MODEL?

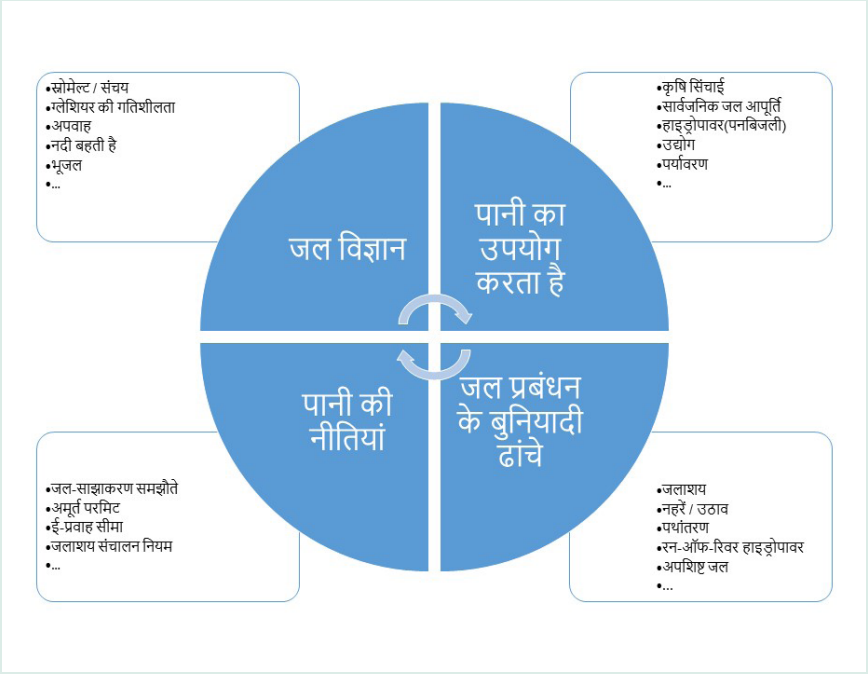
A model is a simplified representation of a real system that is useful for a particular purpose.



Illustrative elements of a water resource systems model

बॉक्स 1: एक मॉडल क्या है?

एक मॉडल एक वास्तविक प्रणाली का सरलीकृत प्रतिनिधित्व है जो किसी विशेष उद्देश्य के लिए उपयोगी है।



एक जल संसाधन प्रणाली मॉडल के उदाहरण तत्व

14

Where adaptation responses have been simulated in river basin models, they have tended to focus on infrastructural and management responses (reservoir operation; check dams; irrigation scheduling and efficiency), changes in crop practices, or landuse-land cover changes. There are few studies which have yet to represent changes in non-agricultural water demand/use through technological change and behavioural change; or policy responses to change the allocation of water.

However, where adaptation options have been simulated, the representation of the changes within the models is usually independent on the socio-economic context, even when no change or BAU scenarios are used. The implicit assumption is that future adaptation responses are largely unconstrained by economic, knowledge, behavioural, manpower or other constraints, which in most situations will be unrealistic. Such unconstrained adaptation assessments risk giving an over-optimistic assessment of the ability of adaptation responses to address the consequence of climate change and any future failure to achieve intended mitigation targets.

जहां नदी बेसिन मॉडल में अनुकूलन प्रतिक्रियाओं का अनुकरण किया गया है, वे अवसंरचनात्मक और प्रबंधन प्रतिक्रियाओं (जलाशय संचालन; चेक बांधों; सिंचाई शेड्यूलिंग और दक्षता) पर ध्यान केंद्रित करने, फसल प्रथाओं में परिवर्तन या लैंडयूज़-भूमि कवर परिवर्तन पर ध्यान केंद्रित करते हैं। ऐसे कुछ अध्ययन हैं जो तकनीकी परिवर्तन और व्यवहार परिवर्तन के माध्यम से गैर-कृषि जल मांग / उपयोग में परिवर्तन का प्रतिनिधित्व करने के लिए अभी तक हैं; या पानी के आवंटन को बदलने के लिए नीति प्रतिक्रियाएं।

हालाँकि, जहाँ अनुकूलन विकल्पों का अनुकरण किया गया है, मॉडल के भीतर होने वाले परिवर्तनों का प्रतिनिधित्व आमतौर पर सामाजिक-आर्थिक संदर्भ में स्वतंत्र होता है, तब भी जब कोई परिवर्तन या बीएयू परिदृश्य का उपयोग नहीं किया जाता है। निहित धारणा यह है कि भविष्य के अनुकूलन की प्रतिक्रियाएं आर्थिक, ज्ञान, व्यवहार, श्रमशक्ति या अन्य बाधाओं से काफी हद तक अप्रतिबंधित हैं, जो कि ज्यादातर स्थितियों में अवास्तविक होगी। इस तरह के अप्रतिबंधित अनुकूलन आकलन जलवायु परिवर्तन के परिणाम को संबोधित करने के लिए अनुकूलन प्रतिक्रियाओं की क्षमता का अधिक-आशावादी आकलन और भविष्य में लक्ष्य लक्ष्यों को प्राप्त करने में किसी भी असफलता का जोखिम देते हैं।

3. Specific Knowledge and Data Gaps

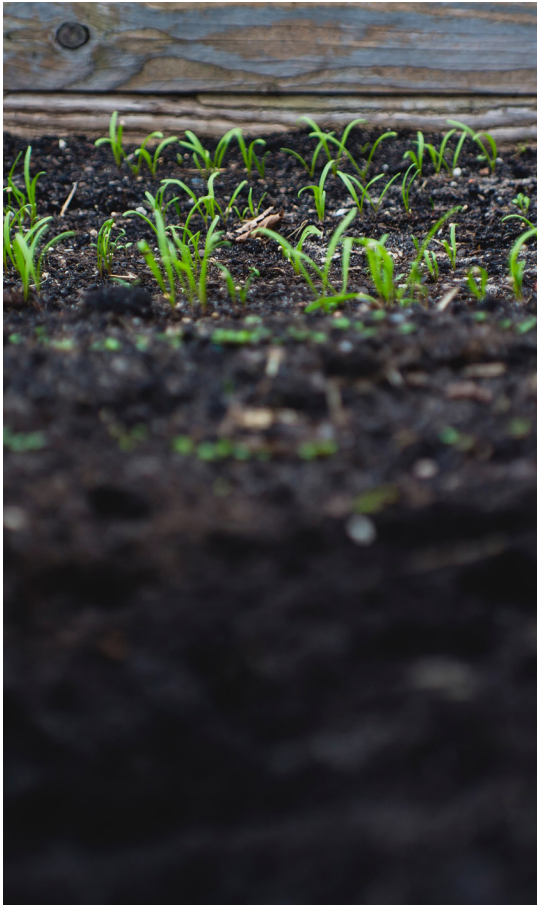
Through the range of Researcher Exchange activities undertaken at IIT Kharagpur, a range of specific knowledge and data gaps have been identified:

- Socio-economic change: stakeholders attending the Researcher Exchange workshop placed great importance on socio-economic change, yet there are currently no accepted socio-economic scenarios, including descriptive narratives and quantified variables, for India at national or sub-national scales, in contrast to the climate scenarios. This hinders both a holistic assessment of the water challenges facing India and comparability between different studies.
- Systems modelling: water resources systems modelling is developing in India and the UK, with a variety of modelling approaches being applied. However, whilst there has been significant advances in simulating catchment hydrology/hydrogeology and infrastructure management, there remain important gaps in the inclusion of simulating non-agricultural water demands and policy/governance at multiple scales.
- Human dimensions of adaptation: adaptation is largely simplistically represented in current river basin and water resources systems modelling, with no link to the socio-economic context and associated constraints (e.g. policy, knowledge, behavioural, economic, etc.).

3. विशिष्ट ज्ञान और डेटा अंतराल

आईआईटी खड़गपुर में किए गए शोधक एक्सचेंज गतिविधियों की श्रेणी के माध्यम से, विशिष्ट ज्ञान और डेटा अंतराल की एक श्रृंखला की पहचान की गई है:

- सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन: शोधकर्ता एक्सचेंज कार्यशाला में भाग लेने वाले हितधारकों ने सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन पर बहुत महत्व दिया, फिर भी वर्तमान में जलवायु विवरणों के विपरीत, भारत या राष्ट्रीय या उप-राष्ट्रीय पैमाने पर वर्णनात्मक कथाओं और मात्रात्मक चर सहित कोई भी सामाजिक-आर्थिक परिदृश्य नहीं हैं। यह भारत के सामने पानी की चुनौतियों और विभिन्न अध्ययनों के बीच तुलनात्मकता के समग्र मूल्यांकन में बाधा डालता है।
- सिस्टम मॉडलिंग: भारत और यूके में जल संसाधन प्रणालियां विकसित हो रही हैं, जिसमें विभिन्न प्रकार के मॉडलिंग दृष्टिकोण लागू किए जा रहे हैं। हालाँकि, जलग्रहण / जल विज्ञान और बुनियादी ढांचे के प्रबंधन के अनुकरण में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है, गैर-कृषि जल मांगों और नीति / शासन को कई पैमानों पर शामिल करने में महत्वपूर्ण अंतराल हैं।
- अनुकूलन के मानवीय आयाम: सामाजिक-आर्थिक संदर्भ और संबद्ध बाधाओं (जैसे नीति, ज्ञान, व्यवहार, आर्थिक, आदि) के लिए कोई लिंक नहीं होने के साथ वर्तमान नदी बेसिन और जल संसाधन प्रणाली मॉडलिंग में अनुकूलन को काफी हद तक सरलता से दर्शाया गया है। मॉडल में अनुकूलन प्रतिक्रियाओं के प्रतिनिधित्व और पैरामैटराइजेशन को सूचित करने के लिए नीचे-ऊपर और ऊपर-नीचे अनुकूलन अनुसंधान से अंतर्दृष्टि का कोई स्पष्ट एकीकरण नहीं है। पानी और कृषि अनुकूलन प्रतिक्रियाओं के उत्थान और प्रभावशीलता के लिए ऐसी बाधाओं के परिणाम का



There is no clear integration of insights from bottom-up and top-down adaptation research to inform the representation and paramaterisation of adaptation responses in models. Improved methods are needed to represent the consequence of such constraints for uptake and effectiveness of water and agricultural adaptation responses

- Data: accessibility of quality-assured data continues to be a challenge in India and, to a lesser extent, the UK. Though the India-WRIS WebGIS platform (jointly launched by the Central Water Commission, Ministry of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, and National Remote Sensing Centre, Indian Space Research Organisation, Department of Space), which aims at providing a 'Single Window' solution for comprehensive, authoritative, and consistent data and information of India's water resources along with allied natural resources in a standardized national GIS framework, has eased the challenge to some extent, a lot more needs to be done to facilitate data accessibility for meaningful research.
- Education: adaptation research in the Indian Institutes of Technology are largely failing to capture the human dimensions that may strongly affect the uptake and effectiveness of many water and agricultural adaptations. Engaging students and early-career researchers in interdisciplinary meetings and projects that focus on understanding the role of people and society in the complex interactions between water-energy-food-environment people-land issues is needed to prepare the

प्रतिनिधित्व करने के लिए बेहतर तरीकों की आवश्यकता है।

- डेटा: गुणवत्ता-सुनिश्चित डेटा की पहुंच भारत में और कुछ हद तक, यूके के लिए एक चुनौती बनी हुई है। हालांकि भारत-WRIS वेबजीआईएस प्लेटफ़ॉर्म (केंद्रीय जल आयोग, जल संसाधन, नदी विकास और गंगा कायाकल्प, और राष्ट्रीय रिमोट सेंसिंग सेंटर, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, अंतरिक्ष विभाग) द्वारा संयुक्त रूप से लॉन्च किया गया है, जिसका उद्देश्य 'एकल' प्रदान करना है। एक मानकीकृत राष्ट्रीय जीआईएस ढांचे में संबद्ध प्राकृतिक संसाधनों के साथ-साथ भारत के जल संसाधनों के व्यापक, आधिकारिक और सुसंगत डेटा और सूचना के लिए विंडो का समाधान कुछ हद तक चुनौती को कम कर दिया है, सार्थक के लिए डेटा पहुंच की सुविधा के लिए और भी बहुत कुछ किए जाने की आवश्यकता है। अनुसंधान।
- शिक्षा: भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थानों में अनुकूलन अनुसंधान मानव आयामों को पकड़ने में काफी हद तक विफल हो रहे हैं जो कई जल और कृषि अनुकूलन के प्रभाव और प्रभाव को दृढ़ता से प्रभावित कर सकते हैं। अंतःविषय बैठकों और परियोजनाओं में छात्रों और शुरुआती कैरियर शोधकर्ताओं को शामिल करना जो जल-ऊर्जा-खाद्य-पर्यावरण-पर्यावरण के बीच जटिल बातचीत में लोगों और समाज की भूमिका को समझने पर ध्यान केंद्रित करते हैं, भूमि संबंधी मुद्दों से निपटने के लिए वैज्ञानिकों की अगली पीढ़ी को तैयार करने की आवश्यकता है। इस क्षेत्र में चुनौतियां।
- हितधारक सहभागिता : सफल मॉडलिंग अनुप्रयोगों के लिए उनके ज्ञान और समझ का महत्व व्यापक रूप से हितधारकों द्वारा सराहा जाता है, लेकिन अक्सर कारणों की एक विस्तृत श्रृंखला के कारण पूरी तरह से कब्जा नहीं किया जाता है। फिर भी, शुरुआती करियर शोधकर्ताओं को सफल हितधारक सहभागिता और सह-उत्पादन के तरीकों और उनके आवेदन को समझने में एक ज्ञान अंतराल प्रतीत होता है।

next generation of scientists to deal with the challenges in this field.

- Stakeholder engagement: the importance of their knowledge and understanding for successful modelling applications is widely appreciated by stakeholders, but is often not fully captured due to a wide range of reasons. Nevertheless, there appears to be a knowledge gap in early-career researchers understanding successful stakeholder engagement and co-production methods and their application.

4. Capacity Development Requirements

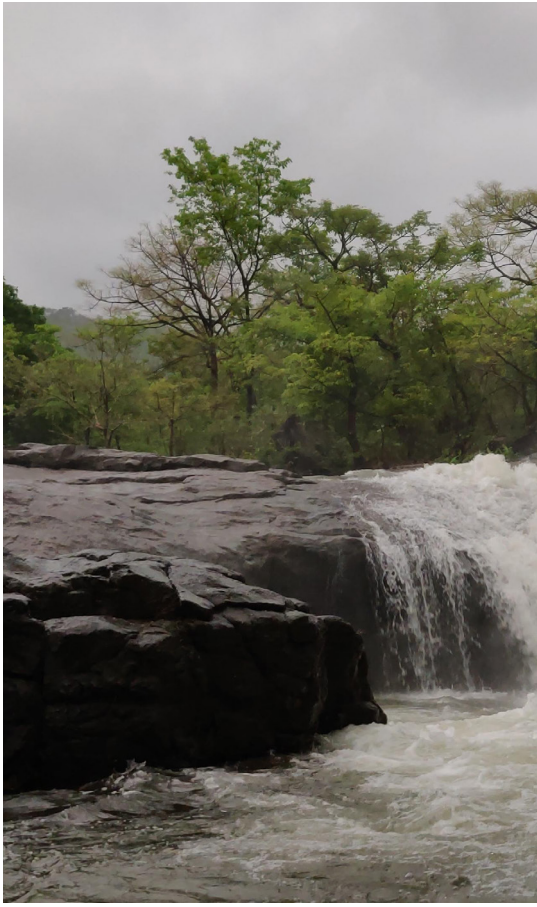
The areas identified for capacity building and UK-India collaboration include:

- Socio-economic scenario development and quantification;
- Stakeholder engagement and co-production methods;
- Integrating bottom-up and top-down perspectives in the improved representation of adaptation within river basin and systems models; and
- Sensitising early-career water researchers to the importance of considering the role of people and society.

4. क्षमता विकास आवश्यकताएँ

क्षमता निर्माण और यूके-भारत सहयोग के लिए पहचाने जाने वाले क्षेत्रों में शामिल हैं:

- सामाजिक-आर्थिक परिदृश्य विकास और मात्रा का ठहराव;
- हितधारक सहभागिता और सह-उत्पादन के तरीके;
- नदी बेसिन और सिस्टम मॉडल के अनुकूलन के बेहतर प्रतिनिधित्व में नीचे-ऊपर और ऊपर-नीचे दृष्टिकोण को एकीकृत करना; तथा
- लोगों और समाज की भूमिका पर विचार करने के महत्व के लिए प्रारंभिक कैरियर जल शोधकर्ताओं को संवेदनशील बनाना।



5. Future

The Researcher Exchange has identified a number of knowledge gaps and opportunities, as well as areas of relative strength in the UK and India. There are significant opportunities for Indian and UK researchers to learn from each other through IUKWC and Newton Bhabha activities, including research exchanges, training and workshops, and joint research programmes such as the UK-India Sustaining Water Resources and Water Quality programmes. Additionally, outward looking initiatives in India such as the Ministry of Human Resources' Global Initiative on Academic Networks (GIAN[1]) and the Scheme for Promotion of Academic and Research Collaboration (SPARC[2]) provide funding for improving international collaboration and learning opportunities in India. It is hoped that such opportunities for mutual learning and capacity development from UK and India initiatives continue to the benefit of scientists and stakeholders in both countries.

[1] http://www.gian.iitkgp.ac.in/

[2] https://sparc.iitkgp.ac.in/

5. भविष्य

शोधकर्ता एक्सचेंज ने कई ज्ञान अंतराल और अवसरों की पहचान की है, साथ ही साथ यूके और भारत में रिश्तेदार ताकत के क्षेत्रों को भी पहचाना है। भारतीय और यूके के शोधकर्ताओं के लिए आईयुकेड्ब्ल्युसी और न्यूटन भाभा गतिविधियों के माध्यम से एक-दूसरे से सीखने के लिए महत्वपूर्ण अवसर हैं, जिसमें अनुसंधान आदान-प्रदान, प्रशिक्षण और कार्यशालाएं, और संयुक्त अनुसंधान कार्यक्रम जैसे यूके-इंडिया सस्टेनिंग वाटर रिसोर्सेज और वाटर क्वालिटी प्रोग्राम शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, भारत में बाहर की पहल जैसे कि मानव संसाधन मंत्रालय की वैश्विक पहल (जीआईएएन[1]) पर पहल और अकादमिक और अनुसंधान सहयोग को बढ़ावा देने की योजना (एसपीएआरसी[2]) भारत में अंतर्राष्ट्रीय सहयोग और सीखने के अवसरों में सुधार के लिए वित्त पोषण प्रदान करती है। यह आशा की जाती है कि यूके और भारत की पहल से आपसी सीखने और क्षमता विकास के ऐसे अवसर दोनों देशों में वैज्ञानिकों और हितधारकों के लाभ के लिए जारी हैं।

[1] http://www.gian.iitkgp.ac.in/

[2] https://sparc.iitkgp.ac.in/

Back Cover Photo: Waterfalls in Forest (Venkat Sudheer Reddy on Unsplash)

INDIA-UK
Water Centre
भारत-यूके
जल केन्द्र

UKRI Natural Environment Research Council

सत्यमेव जयते

UK Centre for
Ecology & Hydrology

@IndiaUKWater

www.iukwc.org