

SICHERUNG MIT WASSER AUS DER MOLDAU BEI EXTREMEN WITTERUNGSBEDINGUNGEN

1. Berücksichtigung extremer Witterungsbedingungen

Die Problematik der Sicherung mit Wasser wird in der Dokumentation in den Kapiteln C.2.4. Oberflächen- und Grundwasser (Seite 276 der Dokumentation ff., wo unter anderem die Angaben zu den auch durch klimatische Änderungen beeinflussten hydrogeologischen Verhältnissen im Wassergebiet genannt sind) sowie D.I.4. Einflüsse auf Oberflächen- und Grundwasser (Seite 422 der Dokumentation ff., wo unter anderem der Einfluss auf die hydrologischen Verhältnisse im Wassergebiet begutachtet wird) behandelt. Des Weiteren ist ein Bestandteil der Dokumentation die Anlage 5.1 Studie der möglichen Sicherstellung von Wasserentnahmen, die durch das Wasserforschungsinstitut Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha, erstellt wurde. Auf diese Studie verweisen wir in den Einzelheiten, nachstehend sind zusammenfassende Angaben aufgeführt.

Die meteorologischen und hydrologischen Daten für das Bilanzmodell der unbeeinflussten Durchflüsse wurden aus zwei Zeiträumen herangezogen (1940-1958 und 1980-2005), wobei die Durchflussreihen aus dem ersten Zeitraum als unbeeinflusst und die Durchflussreihen aus dem zweiten Zeitraum mithilfe der Daten über Manipulationen an den jeweiligen Wasserbecken in den unbeeinflussten Zustand umgerechnet wurden.

Weil jedoch die hydrologische Bilanz neben dem derzeitigen Zustand auch für die Zukunft modelliert ist (bis zum Zeitraum 2085), wurden auch die Szenarien klimatischer Änderungen für die Jahre 2020, 2025, 2050 und 2085 einbezogen. Der Grund besteht darin, dass klimatische Änderungen (mittels potenzieller Änderung der Niederschlagssumme bzw. weiterer Faktoren – Verteilung der Niederschläge innerhalb des Jahres, Temperaturverlauf u. Ä.) einen Einfluss auf die Durchflüsse in den Wasserläufen haben können, insbesondere in der Moldau, die die Quelle von Rohwasser für das Kraftwerk ist. Hier die einbezogenen Szenarien:

Jahr 2020 Zu diesem Jahr steht kein Output eines physikalisch gesteuerten Klimamodells zur Verfügung (zum Zeitpunkt der Studienbearbeitung). Die Schätzung der Änderungen der erforderlichen meteorologischen Größen erfolgte aufgrund der Analyse der derzeitigen Zeitreihen unter Berücksichtigung der Klimamodelle für den weiter entfernten Zeitraum (d. h. 2071-2100) sowie der Schlüsse des Berichts des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC, 2007).

Die Änderung der Lufttemperaturen ist für die einzelnen Szenarien konstant und ihre Größe bewegt sich im Bereich von +0,7 °C bis +1,1 °C. Dasselbe gilt für die Änderung der durchschnittlichen Niederschlagssumme, wo sich die Änderung im Bereich von -4 % bis + 4 % bewegt. Die Werte der Luftfeuchtigkeit blieben wie in der Gegenwart, außer des Szenarios 2020_C, wo ein Anstieg von 2 % modelliert wurde.

Jahr 2025 Für die Szenarien der Klimaänderung für den Zeithorizont des Jahres 2025 wurden die Outputs aus dem regionalen klimatischen Modell ALADIN – CLIMATE/CZ angewandt, deren Vorbereitung einen Bestandteil des Projekts VaV bildet, das sich mit der Konkretisierung der Folgen der Klimaänderung in unterschiedlichen Bereichen befasst (Pretel a kol., 2008). 2008 wurde an der Fakultät für Mathematik und Physik der Karlsuniversität die Integration des regionalen klimatischen Modells ALADIN – CLIMATE/CZ mit dem Emissionsszenario A1B (für den Zeitraum 1961-2050) fertiggestellt. Das Modell weist eine horizontale Auflösung von 25 km auf. Die Outputs des Modells ALADIN in der Form von Reihen für die Zeiträume 1961-1990 mit einer zeitlichen Auflösung von 6 Stunden wurden in Tagesdaten umgerechnet. Berechnet wurden durchschnittliche, maximale und minimale Tagestemperaturen der Luft und die täglichen Niederschlagssummen. Danach erfolgte die Validierung der Rechnungswerte mittels Gegenüberstellung mit der Datei mit Messwerten, die durch Übertragung der erhältlichen Stationsdaten in das Netz des Modells ALADIN erhalten wurden.

Das Modell ALADIN simuliert für die Zeiträume 2010-2039 einen Temperaturanstieg für alle Monate. Die Änderung beträgt bis 2 °C. Die Simulation der Niederschlagssumme hat gezeigt, dass die Änderungen dieser Größe problematische sind und auch die übrigen regionalen Klimamodelle keine große Änderung der Niederschlagssumme voraussetzen, weshalb diese Größe erhalten blieb (wie die Gegenwart). Bei der relativen Luftfeuchtigkeit wird ein durchschnittlicher Rückgang von ca. 2 % angenommen.

Jahr 2050

Für den Horizont des Jahres 2050 wurden die erhältlichen Outputs der regionalen Klimamodelle angewandt. Zur Verfügung standen insgesamt 8 Szenarien, ausgehend von den Ergebnissen der Berechnung für zwei Modelle (britisches HadCM2 und deutsches ECHAM4), zwei Emissionsszenarien (SRES A2 und SRES B1) und zwei Varianten der Temperaturempfindlichkeit des Modells (Kalvová a kol., 2002). Die Szenarien bieten die Information über Änderungen der Lufttemperatur, der Niederschlagssummen und des Wasserdampfdrucks, alles für die jeweiligen Monate.

Das globale Klimamodell HadCM2 für das Emissionsszenario SRES B1 weist eine niedrige Temperaturempfindlichkeit auf, die durchschnittliche Monatstemperatur der Luft wird für diesen Bezugszeitraum um 0,5 bis 1,3 °C steigen. Die durchschnittliche Niederschlagssumme pro Monat wird um bis zu 8 % steigen und in den Sommermonaten ist ein Rückgang simuliert, wobei in den Monaten August und September dieser Rückgang der durchschnittlichen Monatswerte bis zu 7 % beträgt.

Jahr 2085

Die langfristigen Szenarien für den Zeitraum des Jahres 2085 gehen vom europäischen Projekt PRUDENCE aus, das mit den Emissionsszenarien SRES arbeitet und ein gemeinsames Projekt von fünfundzwanzig, sich mit dem Modellieren von Klima und dessen Änderungen befassenden europäischen Institutionen ist und dessen Ziel darin besteht, die Ergebnisse der Klimamodelle mit großer zeitlicher Auflösung zugänglicher zu machen und eine Methodik für die Schätzung der Unsicherheiten von Klimamodellen zu erstellen. Im Rahmen dieses Projekts stehen die Ergebnisse der Abläufe einer größeren Anzahl von Modellen zur Verfügung, von denen zwei die Unterlage für die Erstellung der Szenarien für die Tschechische Republik für den Zeitraum der Jahre 2071-2100 bildeten. Die Szenarien der Klimaänderungen für die Tschechische Republik wurden 2005 an der Fakultät für Mathematik und Physik der Karlsuniversität erstellt (Kalvová, 2005). Diese Szenarien gehen von den Ergebnissen der Abläufe der regionalen Klimamodelle HIRHAM und des Modells RCAO für die Jahre 2071-2100 bei angenommener Entwicklung nach den Emissionsszenarien SRES A2 und SRES B2 aus und geben in einer räumlichen Auflösung von ca. 50 x 50 die Änderungen von Temperatur, Niederschlagssummen und der Temperatur des Taupunkts für die ganze Tschechische Republik wieder. Gleichzeitig steht auch die monatliche Verteilung der Änderungen zur Verfügung. Durch Kombination der genannten Klimamodelle und Emissionsszenarien SRES A2 und SRES B2 entstanden vier Szenarien der Klimaänderung, von denen für die Zwecke der Studie (mit Rücksicht auf die Anzahl der begutachteten Varianten) drei ausgewählt wurden – das als 2085_A bezeichnete Szenario, das dem die deutlichste Klimaänderung voraussagenden Szenario entspricht, das Szenario 2085_B, das die geringste Klimaänderung gegenüber der Gegenwart repräsentiert, und das Szenario 2085_0, das in etwa der Mitte dieses Intervalls entspricht.

Die Temperaturänderungen im Jahresverlauf sind beim Zeithorizont des Jahres 2085 ziemlich variabel, nichtsdestotrotz stimmen alle angenommenen Szenarien in der maximalen Erwärmung im August überein, und zwar in einem Bereich von 5 bis 7 °C, die geringste Erwärmung fällt auf den Zeitraum Januar bis März (1 bis 4 °C). Nach den unterschiedlichen Klimamodellen wird auf dem Gebiet Tschechiens keine deutlichere Änderung der jährlichen Niederschlagssummen vorausgesetzt. Nichtsdestotrotz stellt hinsichtlich des Abflusses die vorausgesetzte Änderungen des Jahresverlaufs der Niederschläge eine sehr wichtige Tatsache dar. Für die Schätzung der Änderung der Niederschlagssummen auf dem Gebiet ganz

Tschechiens ist eine deutliche Erhöhung der Niederschlagssummen in den Wintermonate (Dezember – März) deutlich, im modellierten Gebiet in einem Bereich von ca. +20 bis +50 %, und ebenso deren deutlicher Rückgang in den Sommermonaten (Juni – September) – im modellierten Gebiet in einem Bereich von ca. -20 bis -50 %.

Aus der vorgenannten Aufzählung ergibt sich, dass alle für die Tschechische Republik relevanten Klimaszenarien berücksichtigt wurden.

2. Wasserversorgung unter Berücksichtigung extremer Witterungsbedingungen

In der mittelfristigen, durch die Bezugsjahre 2020 bzw. 2025 bestimmten Aussicht können für alle begutachteten Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage und unter allen angenommenen Szenarien Wasserentnahmen für das Kraftwerk Temelín (ETE) mit ausreichender Sicherheitsstufe sichergestellt werden, d. h. ohne Störung in der Versorgung bzw. mit der durch die Norm ČSN 75 2405 empfohlenen Sicherheitsstufe. Ausreichend sichergestellt sind auch die Forderungen an den Erhalt der Mindestdurchflüsse unter den Stauanlagen Lipno I, Lipno II, Hněvkovice und Kofensko sowie die Forderung an die Erreichung des Schifffahrtspegels in der Stauanlage Hněvkovice. Unter der Voraussetzung, dass das gesamte Reservevolumen des Beckens Lipno I für die Wasserakkumulation genutzt wird, können für alle begutachteten Leistungsalternativen der neuen Kernkraftanlage Wasserentnahmen für das Kraftwerk Temelín mit ausreichender Sicherheitsstufe sichergestellt werden, und zwar auch bei einer eventuellen Beschränkung des Reservevolumens der Stauanlage Hněvkovice durch den Bedarf den geforderten Wasserpegel für die Erholungsschifffahrt sicherzustellen.

Im langfristigen Vorausblick, der durch das Bezugsjahr 2085 bestimmt ist, sind für die Leistungsalternative der neuen Kernkraftanlage 2 x 1200 MWe Entnahmen für alle geplanten Szenarien einer Klimaänderung sichergestellt, und zwar unter der Voraussetzung, dass das gesamte vorhandene Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation genutzt wird (bei relativ hoher Absicherung des Schifffahrtspegels der Stauanlage Hněvkovice von $p_t = 94,06 \%$). Zum Bezugsjahr 2085 sind auch für fast alle Szenarien klimatischer Änderungen Wasserentnahmen für die Leistungsalternative 2 x 1700 MW_e unter ausreichender Absicherung sichergestellt (unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation). Eine Ausnahme bildet jedoch das kritische, pessimistische Szenario der Klimaänderung 2085_A (HIRHAM-A2), das von ungünstiger Entwicklung der Emission von Treibhausgasen ausgeht. Unter Nutzung des gesamten Reservevolumen des Staubeckens Lipno I zur Akkumulation sind aber auch in diesem Fall Entnahmen für die Leistungsalternative von 2 x 1700 MW_e mit einer Wahrscheinlichkeit von $p_t = 99,01 \%$ sichergestellt.

Die Ergebnisse der Studie erwiesen keine maßgebliche ungünstige Wirkung der geplanten Wasserentnahmen für ETE auf sonstige Anforderungen an die Wassernutzung (einschließlich der Stromproduktion) an der Moldau. Potenzielle Probleme mit der Sicherstellung der Forderungen an Mindestdurchflüsse bzw. ein vermindertes Potenzial an Stromproduktion in der Moldaukaskade müssen primär und zum ausschlaggebenden Maß den möglichen Folgen einer Klimaänderung zugerechnet werden, und nur zu einem deutlich geringeren Maß den Forderungen an Entnahme (bzw. Verbrauch) von Wasser für das Kraftwerk.

3. Mögliche Maßnahmen bei Wassermangel

Der Betrieb der neuen Kernkraftanlage wird gemäß verbindlicher Vorschriften und Regeln (wasserwirtschaftlicher Beschluss) erfolgen. Unter solchen Bedingungen, wenn es nicht möglich sein wird, eine Wassermenge für alle Blöcke zu 100 % Leistung zu entnehmen, werden betriebliche Maßnahmen ergriffen, dass die geforderte Wassermenge so gesenkt wird, dass der Betrieb der neuen Kernkraftanlage den an diese gestellten gesetzlichen Forderungen entspricht, d. h. dass der Mindestrestdurchfluss im Wasserlauf wegen der Absicherung des Leistungsbetriebs der Kernkraftanlage nicht unterschritten wird. Zu solchen Maßnahmen kann auch eine zeitweise Senkung der Leistung bzw. Verlängerung der Stillstandzeit der während dessen zwecks regelmäßiger Wartung und Brennstoffwechsel stillgelegten Blöcke gehören.

Die Maßnahmen einer zeitweisen Leistungssenkung bzw. Abstellung von Blöcken wurden während einer Welle extremer Hitzen, die Europa im Jahr 2003 erreicht haben, in einer Reihe von KKW's in Frankreich, Deutschland und Rumänien ergriffen. Die Wasserentnahme und der Wasserverlust durch Verdampfung

sinkt ungefähr direkt proportional zur Leistung der Blöcke. Bei vollständiger Leistungsabstellung ist der Entnahmebedarf an Rohwasser minimal, in einer Größenordnung von Dutzenden Litern pro Sekunde, und außerdem sinkt er mit der Zeit nach der Abstellung. Der Bedarf an Rohwasser zur Sicherstellung von Kühlung der abgestellten Blöcke hat also praktisch keinen Einfluss auf den Durchfluss in der Moldau. Für die bestehenden 2 Kernkraftblöcke am Standort Temelín ist eine ausreichende Wasserquelle direkt am Standort Temelín für über 30 Tage für die Bedingungen eines Stillstands sichergestellt, ohne dass Rohwasser aus der Moldau entnommen werden müsste.

4. Allgemeine Angaben

Die Wasserentnahme für die neue Kernkraftanlage wird im Einklang mit dem erlassenen wasserwirtschaftlichen Beschluss erfolgen.

Der Betrieb der Wasserkanonen unterliegt der Manipulationsordnung. Die Mindestdurchflüsse unterhalb der Staubecken der Moldaukaskade ergeben sich aus deren Manipulationsordnungen und ihre "Sicherstellung" ist die Sache aller Nutzer dieser Stauanlagen. Der Mindestdurchfluss unter der Stauanlage ergibt sich aus der wasserrechtlichen Lösung der betreffenden Stauanlage und ist mit einem bestimmten vorgeschriebenen Maß an Sicherstellung festgelegt, in der Regel handelt es sich um einen prioritären Anspruch mit höchster Sicherheitsstufe. Der Mindestrestdurchfluss ist im Gesetz Nr. 254/2001 GBl. ("Wassergesetz") im § 36 definiert:

Mindestrestdurchfluss

(1) Unter Mindestrestdurchfluss versteht sich der Durchfluss von Oberflächengewässern, der die allgemeine Verfügung über die Oberflächengewässer sowie ökologische Funktionen des Wasserlaufs ermöglicht.

(2) Den Mindestrestdurchfluss legt die Wasserrechtsbehörde in der Genehmigung zur Verfügung über Gewässer fest. Die Wasserrechtsbehörde berücksichtigt dabei die Bedingungen des Wasserlaufs, den Charakter der Verfügung über die Gewässer und geht von den Maßnahmen zur Erreichung der im Plan des Einzugsgebiets gemäß § 26 angenommenen Ziele des Gewässerschutzes aus. Des Weiteren legt sie den Ort und das Verfahren für die Messung des Mindestrestdurchflusses und die Häufigkeit für die Vorlage der Ergebnisse dieser Messungen bei der Wasserrechtsbehörde fest.

(3) Das Verfahren und die Kriterien für die Festlegung des Mindestrestdurchflusses gemäß Absatz 2 legt die Regierung durch Verordnung fest.

Der Mindestdurchfluss im bedeutenden Wasserlauf Moldau unterhalb der Stauanlage Hněvkovice ist derzeit auch Bestandteil der Genehmigung zur Entnahme von Oberflächengewässern für das bestehende Kraftwerk Temelín.

Die Manipulationsordnung der Stauanlagen Lipno I und Lipno II (Januar 2009) gibt als Zweck und Nutzung der SA Lipno I die Sicherstellung des Mindestdurchflusses in der Moldau (1. in der Reihenfolge der Wichtigkeit), Verbesserung und Unterstützung des Durchflusses in das Staubecken Hněvkovice zur Sicherstellung des Mindestdurchflusses unterhalb der Staubecken Hněvkovice und Kořensko (2. in der Reihenfolge der Wichtigkeit) an, und des Weiteren u. a. die Nutzung des Abflusses aus dem Staubecken zur Stromerzeugung (5. in der Reihenfolge der Wichtigkeit) sowie Erholung und Wassersport (9. in der Reihenfolge der Wichtigkeit). Der Hauptzweck der Stauanlage ist also die Erfüllung der Reservefunktion (d. h. durch Verbesserung der Durchflüsse), die durch das Wirtschaften mit dem Wasser im Reservevolumen des Staubeckens sichergestellt wird.