

RECHNERUNTERSTÜTZTE PLANUNG DES SCHUTZWASSERBAUES IM FLACHLAND

T. MOLNÁR

Institut für Wasserwirtschaft und Wasserbau,
Technische Universität, H-1521 Budapest

Eingegangen am 14. Juli 1986
Vorgelegt von Prof. Dr. M. Kozák

Abstract

The study deals with the possibilities of computer-aided design of dehydration systems. The main tasks desired from such a system are outlined in addition to the processes necessary to solve the individual tasks and the requirements concerning the different models. The subsystems and junctions of different partial tasks are also discussed.

Es wird über eine Arbeit berichtet, die der Verfasser auf dem Gebiet der rechnerunterstützten Planung durchgeführt hat (Molnár, 1984). In der Arbeit werden die Möglichkeiten dieser Methode, die grundlegenden Aufgaben des Entwurfssystems, die erforderlichen Verfahren und Modelle und die gestellten Forderungen geprüft. Gemäß den Untersuchungen kann die Aufgabe mit Hilfe von mehreren Untersystemen gelöst werden, die in den gesamten Entwurfs-Prozess integriert sind. Sie bestehen aus verschiedenen Unterprogrammen, die aus den einzelnen Untersystemen erreichbar sind.

Den Grund für solch eine Anwendung bietet die rasche und erfolgreiche Entwicklung der Rechentechnik. Dadurch entstehen immer neuere Möglichkeiten, die für die rechnerunterstützte Planung besonders geeignet sind. Der Ingenieur wird durch diese von der zeitaufwendigen manuellen Arbeit des Entwerfens befreit, und seine freigewordene Zeit läßt sich für schöpferische Tätigkeit verwenden.

Untersuchung des Planungsprozesses

Die Tätigkeit des Ingenieurs Gewässer zu regulieren, steht in enger Beziehung mit mehreren Wissenschaftsbereichen (Abb. 1). Das grundsätzliche Ziel ist, die Ansprüche der Landwirtschaft auf einem gegebenen Wahrscheinlichkeitsniveau zu erfüllen, was selbstverständlich von einer Wirtschaftlichkeitsentscheidung abhängig ist.

Der Schutzwasserbau im Flachland bildet einen Teil der landwirtschaftlichen Wasserwirtschaft, wobei die Lösung, die eine vorgegebene Sicherheit gewährleistet, durch zahlreiche ingenieurtechnische und land- bzw. forstwirtschaftliche Verfahren erreichbar ist.

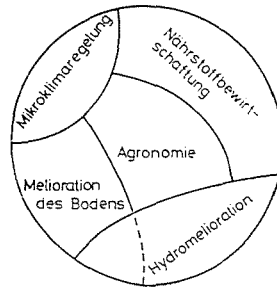


Abb 1. Aufteilung der Melioration

Zweck der ingenieurmäßigen schöpferischen Tätigkeit ist ein gesetztes Ziel zu erreichen. Dabei müssen verschiedene Bauwerke, die in enger Beziehung zueinander stehen, entworfen bzw. gebaut werden. Die Objekte müssen in eine vorgegebene Umgebung eingefügt werden, wobei oft zahllose einander widersprechende Bedingungen gleichzeitig zu erfüllen sind. Das ist aber nur dann möglich, wenn gewisse Zugeständnisse gemacht werden.

Für die Untersuchung der Möglichkeit von Automatisierung des Planungsprozesses, der aus logisch ineinander greifender und geschlossener Einheiten besteht, muß dieser Prozess in mehrere logische Untersysteme zerlegt werden. Innerhalb dieser Einheiten werden die Teilaufgaben, die zu lösen sind, mit Berücksichtigung der Verbindungen analysiert. Bei der Untersuchung werden aus den logischen Einheiten die gemeinsamen Grundaufgaben hervorgehoben und die notwendigen Algorithmen gesucht. Zu der Lösung der einzelnen Teilaufgaben sind von den vorhandenen Methoden zu wählen oder müssen neue Lösungsverfahren entwickelt werden.

Untersysteme der rechnerunterstützten Planung des Schutzwasserbaues im Flachland

Anhand von erwähnten Untersuchungen wurde das Entwurfssystem aus 5 Untersystemen — Geodätisches-, Hydrologisches-, Hydraulisches-, Graphisches, und Entscheidungsvorbereitungssystem — aufgebaut.

Rolle und Aufbau des Geodätischen-Untersystems

Der erste Schritt der Entwurfsarbeiten ist die geodätische Vermessung des Geländes, wenn vorhandene Grundkarten, eventuell frühere Planungskarten nicht benutzt werden können.

Mit der Entwicklung der rechentechnischen Hardware-Mittel und der Verbreitung der Mikroprozessoren haben die Vermessungsmethoden und -Ge-

räte eine rasche Entwicklung durchgemacht (Prospekt Wild 1982, Prospekt Kern 1982).

Die Verarbeitung der Meßergebnisse wird durch hochleistungsfähige graphische Software-Systeme (TANA, WILD-GEOMAP) unterstützt. Der Aufbau der Verarbeitungssysteme, die Struktur ihres Output-Bestands, stellen für Planungssysteme mit automatischem bzw. interaktivem Betrieb weitere Datenerfassungsmöglichkeiten dar.

Die Ergebnisse der geodätischen Messungen und Berechnungen sind für die Ableitung des Planungsgeländemodells — in dessen Rahmen des Reliefmodells — notwendig. Die Geländepunkthöhe wird in den Gitterpunkten des meistens regelmäßigen Rasters, in Abhängigkeit von dem Meßverfahren im allgemeinen aus einem dispersen Punkthaufen mit einer die Ansprüche befriedigenden Genauigkeit hergestellt (Márkus, 1982).

Nachfolgend können dann im Planungsgeländemodell aus elementaren geometrischen-geodätischen Aufgaben zusammengesetzte Probleme aufgebaut werden, wie z. B. Entwerfen eines Gelände-Längsprofils, Bestimmung der Koordinaten des Durchstoßpunktes einer Geraden durch eine räumliche Figur, Bestimmung der Schnittlinie einer Ebene mit gegebenen Normalen und des Geländes usw.

Einen wichtigen Teil der geodätischen Aufgaben bildet die Abgrenzung von Einzugsgebieten, Teil-Einzugsgebieten, abflußlosen tiefliegenden Gebieten, Bestimmung aus dem digitalen Geländemodell künstlicher Wasserscheiden, Kammlinien, Muldenlinien (Márkus—Molnár, 1983). Auch die Projektierung der Bauteile für Entwässerungskanalnetze kann mit Hilfe des digitalen Geländemodells geschehen.

Um die geodätischen Aufgaben der Projektierung zu lösen ist ein geodätisches Untersystem nötig, das sich an die hydrologischen, hydraulischen, zeichnerisch-darstellerischen Elemente der Projektierung anschließt (Abb. 2.)

Rolle und Aufbau des hydrologischen Untersystems

Nach dem Entwerfen des Lageplanes und der Höhenlinienführung eines Kanalnetzes folgt die hydrologische Analyse. Ausführlichkeit und Tiefe der hydrologischen Untersuchungen sind immer von Menge und Qualität der zur Verfügung stehenden Daten, von den für das Erreichen des wirtschaftlichen Zieles verwendbaren Geldmitteln usw. abhängig.

Zweck der hydrologischen Untersuchungen ist, den zu einem gegebenen Profil des Entwässerungskanalnetzes gehörenden Bemessungsdurchfluß mit vorgegebener Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. Ein großer Nachteil der angewandten Methoden ist, daß nicht die zu dem Abfluß gehörende Wahrscheinlichkeit, sondern die »Wahrscheinlichkeit« der Niederschlagshöhe mit Hilfe des fiktiven Niederschlagmodells berechenbar ist (Kontur, 1977).

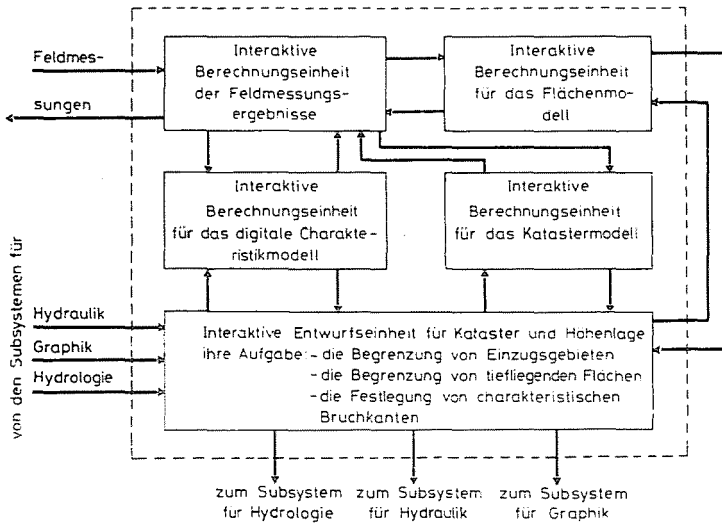


Abb. 2. Subsystem für Geodäsie

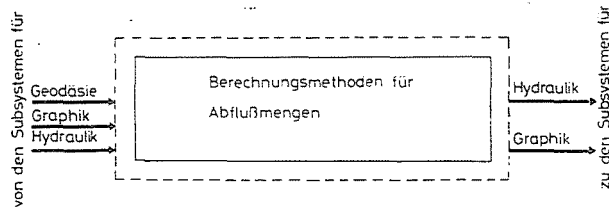


Abb. 3. Subsystem für Hydrologie

Die zu der Planung gehörenden hydrologischen Untersuchungen werden mit Hilfe eines hydrologischen Untersystems, das für diesen Aufgabenkreis geschaffen wurde, durchgeführt.

Rolle und Aufbau des hydraulischen Untersystems

In Kenntnis der spezifischen Abflüßmengen, die zu den einzelnen Profilen des Kanalnetzes gehören, und in Kenntnis des Einzugsgebietes, das zu dem betreffenden Profil gehört, läßt sich die Wassermenge bestimmen, die während der Zeiteinheit durch dieses Profil durchströmt. Zwischen den beiden Profilen befindet sich kein Wasserzufluß.

Den traditionellen Planungsmethoden nach wird diese Wassermenge, die von dem zum untersuchten Querschnitt gehörenden Gebiet abläuft, wie bei dem oberen Querschnitt zugeleitete konzentrierte Belastung behandelt.

Anhand von Abflüßmengen in den einzelnen Querschnitten werden die verschiedenen wasserleitende Profile bemessen. Das bedeutet die Aufnahme der geometrischen Masse und hydraulischen Kennwerte der Profile und nach-

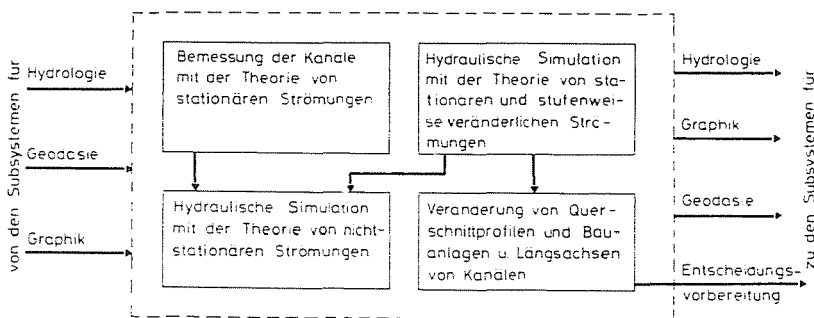


Abb. 4. Subsystem für Hydraulik

her aufgrund dieser Parameter die Kontrolle der Wasserführungsfähigkeit des untersuchten Profils. Die vorigen Schritte für jedes zu prüfenden Profil durchgeführt, erhält man die eigentliche Dimensionierung des ganzen Netzes, mit der Annahme der stationären gleichmäßigen Strömung.

Für die Bestimmung der Querschnitte darf diese Annahme nur als Näherung angewandt werden. Binnenentwässerungskanalnetze haben immer einen konkreten landwirtschaftlichen Zweck. Daher müssen in den Kanälen auch Gefällkonzentrierungs-, Kreuzungs- und Steuerungsbauwerke angeordnet werden. Wegen der Wechselwirkungen zwischen den Bauwerken und Kanälen läßt sich für die Beschreibung der Systemzustände das hydraulische Modell anwenden, daß das Verfahren von stationärer graduell veränderlichen Strömung verwendet (Kozák, 1981).

Für die Prüfung der Fragen von Schutzmaßnahmen im Binnenwassersystem, sowie der Wassersteuerungsaufgaben für Wasserrückhaltung, der Betriebsleitungsprobleme von Pumpenstationen ist ein auf die Theorie der nichtstationären Strömung aufgebautes hydraulisches Modell anzuwenden (Kozák, 1968; 1977; 1981).

Um die hydraulischen Fragen richtig zu lösen, hydraulische Erscheinungen zu analysieren, muß das Planungssystem ein hydraulisches Untersystem enthalten (Abb. 4).

Um die bisher im einzelnen erörterten Probleme zu lösen, ist je ein Untersystem herzustellen, das die möglichen Lösungen der einzelnen Teilprobleme bestimmt.

Rolle und Aufbau des Entscheidungsvorbereitungs- und des graphischen Untersystems

Es ist anzunehmen, daß eine Aufgabe nicht nur auf eine Weise gelöst werden kann. Daher muß von mehreren möglichen Alternativen die Lösung für gewisse Teilprobleme ausgewählt werden, die mehrere, eventuell einander

widersprechende Bedingungen mit guter Wirtschaftlichkeit erfüllt. Um diese Entscheidungen zu treffen, ist ein die Vorbereitung der einzelnen Entscheidungen förderndes Untersystem auszugestalten, das die flexibel bildsamen, rechentechnischen Algorithmen der für die Lösung einzelner Probleme günstig anwendbaren mathematischen Methoden enthält (Abb. 5).

Den Gegenstand der Planung bilden meistens in enger Wechselwirkung miteinander arbeitende Objekte. Diese Werke entstehen in Abhängigkeit von der schöpferischen Intuition des Ingenieurs, von seinen früheren Erfahrungen, seiner Qualifikation in sich ständig ändernden und umgestaltenden Formen (Molnár, 1982; 1984). Das Ergebnis des Planungsprozesses ist für den Ingenieur immer in zeichnerischer Form am leichtesten verständlich. Dieser Umstand erfordert ein gut funktionierendes, handliches graphisches Untersystem (Kováromi, 1982) (Abb. 6).

Die Rolle der rechnergestützten Planung

Der Rechnereinsatz im Planungsprozess hat heute bereits eine Vergangenheit von über zwei Jahrzehnten.

Fast gleichzeitig mit dem Erscheinen der Rechenanlagen begannen die Bestrebungen, Rechner immer ausgedehnter in der technischen Projektierung einzusetzen. Anfangs wurden die Rechenanlagen nur für verzwickte, arbeitsaufwendige Berechnungen benutzt. Mit der wachsenden Kapazität der zentralen Datenverarbeitungseinheiten der Maschinen, mit dem starken Rückgang der Preise und der Zugriffszeit der Speicher, mit der Verbreitung der

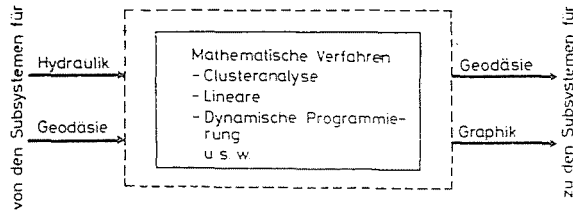


Abb. 5. Subsystem für Entscheidungsvorbereitung

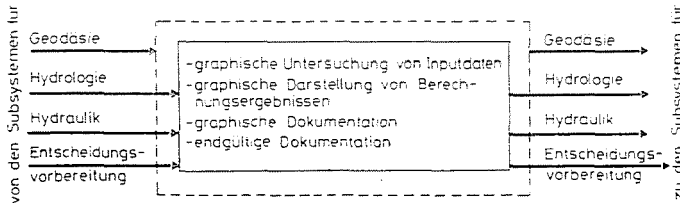


Abb. 6. Subsystem für Graphik

interaktiven graphischen Ein- und Ausgabegeräte von Planungsprozessen, Planungsschritten immer höhere Ansprüche erfüllen. Rechenanlagen wurden als Automaten für die Automatisierung des Planungsprozesses in Form von immer komplexeren Systemen gebaut und angewandt. Gleichzeitig begannen die Forschungen auf den für die Realisierung der automatisierten technischen Planung unentbehrlichen Gebieten der Entwicklung von Programmierungsverfahren, Dialog-Maschinensprachen, Computergraphik.

Auch die Entwicklung der Rechentechnik in Ungarn bietet wachsende Möglichkeiten zur rechnergestützten technischen Planung. Der Einsatz zeitgemäßer Rechner, interaktiver Programmsysteme, graphischer Ein- und Ausgabegeräte wird für die Lösung von Routineaufgaben Tag für Tag unterbehrlicher. Eine zunehmende Zahl ungarischer Entwurfsbetriebe arbeitet in ausländischem Auftrag; in Wettbewerben einen Erfolg zu haben ist aber nur unter Anwendung einer zeitgemässen Technik möglich.

Parallel kommt aber auch dem Unterricht in rechnergestützter technischer Planung eine zunehmende Bedeutung zu. Das erfordert jedoch geeignete Systeme und die Herstellung der zur Lösung notwendigen Software.

Literatur

- KERN 1982: Prospekt geodätischer Instrumente der Firma Kern. Kern AG., Schweiz, 1982.
- KOMÁROMI, J.: Computer-Graphik* Számok. Budapest, 1982.
- KONTUR, I.: Gewässerregulierung in inneren Gebieten* Forschungsbericht, Technische Universität Budapest, 1977.
- KOZÁK, M.: Hydraulische Bemessung von Kanalnetzen bei nichtpermanenter Strömung, mit Hilfe eines digitalen Rechners* Hidrológiai Közlöny, Budapest, 1968.
- KOZÁK, M.: Berechnung nichtpermanenter Freispiegelströmungen mit Hilfe eines digitalen Rechners* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977.
- KOZÁK, M.: Hydraulik für wasserwirtschaftliche Fachingenieure* Tankönyvkiadó, Budapest 1981.
- MÁRKUS, B.: Reliefmodellierung in der rechnergestützten Planung* Forschungsbericht, Technische Universität Budapest, 1982.
- MÁRKUS, B.: Digitale Reliefmodellierung* Geodézia és Kartográfia, 1983.
- MÁRKUS, B.—MOLNÁR, T.: Charakterisierung der Bodenoberfläche mittels Cluster-Analyse* Internationale Konferenz „Wasserwirtschaft und Produktionspotential in der Landwirtschaft“, Szarvas, 1983.
- MOLNÁR, T.: Graphische Unterprogramme für die rechnergestützte Planung von Wasserbauaufgaben für die Landwirtschaft*, (Vortrag) Ungarische Akademie der Wissenschaften, CAD-Konferenz, 1982.
- MOLNÁR, T.: Rechnerunterstützte Planung des Schutzwasserbaues im Flachland; (Vortrag) Konferenz Rechnerunterstützten Panung und Entwurf in der Bauindustrie; Internationale Konferenz in Sofia, 26.04.—27.04.1984.
- PAPP, F.: Die Melioration* Vízügyi Közemények, 1979.
- WILD: Prospekt der geodätischen Instrumente der Firma Wild WILD-AG. Heerbrugg, 1982.
* In ungarischer Sprache

Tiber MOLNÁR H-1521 Budapest