การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Multi-criteria decision making by Analytic Hierachy Process)

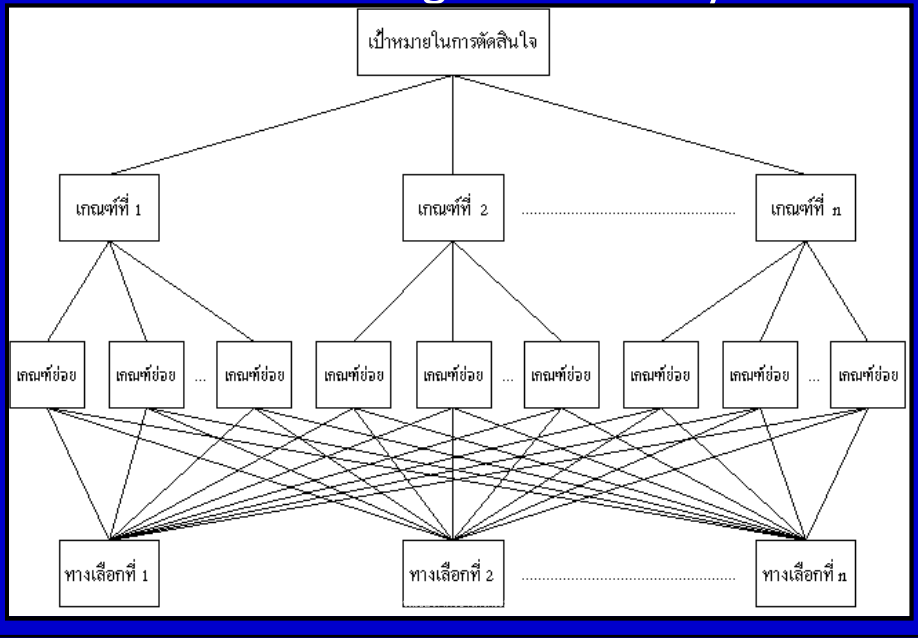
Structuring the hierachy

- เป้าหมาย (Goal)
  - เกณฑ์ (Criteria)
    - เกณฑ์ย่อย(Sub-criteria)

- ทางเลือก (Alternatives)

แต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้

Structuring the hierachy



Calculation of Relative Priority(Weight)

- ในแต่ละชั้นผู้บริหาร(ผู้เชี่ยวชาญ/ผู้เกี่ยวข้อง)จะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญ(ความชอบ)โดยการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง
- แบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ ออกเป็น **9** ระดับ **(AHP Measurement Scale)**

ตารางที่ 1 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale) (Huizingh and Virolijk, 1994)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

Example : Comparing 3 criteria for the selection of reservoir alternatives

	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	1	1/3	1/8
Economic		1	1/3
Environmental			1

เท่ากัน (Equally Preferred)	1	ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2	มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3	มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4	มากที่สุด (Extremely Preferred)	9
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5		

น้ำหนักความสำคัญ(w)ของเกณฑ์หรือทางเลือกจะคำนวณจากสมการ

$$Aw = \lambda max\, w \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกขนาด(nxn)แสดงความเห็นของผู้บริหาร (ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้อง)ในรูปของคะแนนความสำคัญเชิงปริมาณ (1-9) ของเกณฑ์หรือทางเลือก

w คือ Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญ(Weight) ของของเกณฑ์ซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือของทางเลือก

λmax คือ Maximum eigenvalue

ดรรชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล
Consistency Index (CI)

ถ้า **CI > 0.1** แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับชั้นถัดไป

$$CI = CR/RI \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

เมื่อ **CR** คือสัดส่วนความสมเหตุสมผล **(Consistency Ratio)**

RI คือดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล**(Random Inconsistency Index)** ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก **A(nxn)** ดังตารางที่ **2**

$$CR = (\lambda max - n)/(n-1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

เมื่อ **n** คือขนาดของสแควร์เมตริก

ตารางที่ 2 Random Inconsistency Index(RI) (Sahoo, 1998)

N	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	5	1.59

Matrix A ขนาด (3x3) เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ 3 เกณฑ์

Matrix A			
	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	1	1/3	1/8
Economic	3	1	1/2
Environmental	8	2	1
Sum	12	10/3	13/8

Normalized A			
	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	0.083333	0.1	0.076923
Economic	0.25	0.3	0.307692
Environmental	0.666667	0.6	0.615385
Sum	1	1	1

Calculation of eigenvector($\underline{w}^1$)

$$\underline{w}^k = \frac{A^k \underline{e}}{\underline{e}^T A^k \underline{e}}$$

$$\underline{e}^T A^k \underline{e} = n$$

$\underline{e}$
1
1
1

Normalized A^1				$A^1\underline{e}$	
	Engineering	Economic	Environmental	sum	$\underline{w}^1$
Engineering	0.083333	0.1	0.076923	0.260256	0.086752
Economic	0.25	0.3	0.307692	0.857692	0.285897
Environmental	0.666667	0.6	0.615385	1.882051	0.62735
sum	1	1	1	3	1

Calculation of eigenvalue (λ)

$A.\underline{w}^1$	$\lambda = A.\underline{w}^1 / \underline{w}^1$
0.26047	3.002463
0.859829	3.007474
1.893162	3.017711

A^2 (A.A)			
	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	3	0.916667	0.416667
Economic	10	3	1.375
Environmental	22	6.666667	3
sum	35	10.58333	4.791667

Normalized A^2							λ
	Engineering	Economic	Environmental	sum	$\underline{w^2}$	$A.\underline{w^2}$	$A.\underline{w^2}/w^2$
Engineering	0.085714	0.086614	0.086957	0.259285	0.086428	0.260079	3.009183
Economic	0.285714	0.283465	0.286957	0.856135	0.285378	0.85876	3.009197
Environmental	0.628571	0.629921	0.626087	1.88458	0.628193	1.890377	3.009228
sum	1	1	1	3	1		

A3 (A.A.A)			
	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	9.083333	2.75	1.25
Economic	30	9.083333	4.125
Environmental	66	20	9.083333
sum	105.0833	31.83333	14.45833

Normalized A^3							λ
	Engineering	Economic	Environmental	sum	$\underline{w^3}$	$A.\underline{w^3}$	$A.\underline{w^3}/w^3$
Engineering	0.086439	0.086387	0.086455	0.259282	0.086427	0.260077	3.009203
Economic	0.285488	0.28534	0.285303	0.856131	0.285377	0.858757	3.009203
Environmental	0.628073	0.628272	0.628242	1.884587	0.628196	1.890368	3.009203
sum	1	1	1	3	1		

A4 (A.A.A.A)			
	Engineering	Economic	Environmental
Engineering	27.33333	8.277778	3.760417
Economic	90.25	27.33333	12.41667
Environmental	198.6667	60.16667	27.33333
sum	316.25	95.77778	43.51042

Normalized A^4							λ
	Engineering	Economic	Environmental	sum	$\underline{w^4}$	$A.\underline{w^4}$	$A.\underline{w^4}/\underline{w^4}$
Engineering	0.08643	0.086427	0.086426	0.259282	0.086427	0.260077	3.009203
Economic	0.285375	0.285383	0.285372	0.856131	0.285377	0.858757	3.009203
Environmental	0.628195	0.62819	0.628202	1.884587	0.628196	1.890368	3.009203
sum	1	1	1	3	1		

$\lambda max=3.009203$

CI=	CR/RI
CR=	$(\lambda_{max}-n)/(n-1)$
	(3.009203-3)/(3-1)=0.009203/2
	0.004601
RI=	0.58
CI=	0.004601/0.58=0.0079

CI < 0.1….. Consistency is OK

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP

1. กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
2. ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก
3. คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุด ถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ ให้คัดออก

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP

4.ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Subcriteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกใน (3)

5.สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์ (Criteria) และ ทางเลือก (Alternatives) ดังแสดงในรูปที่ 1

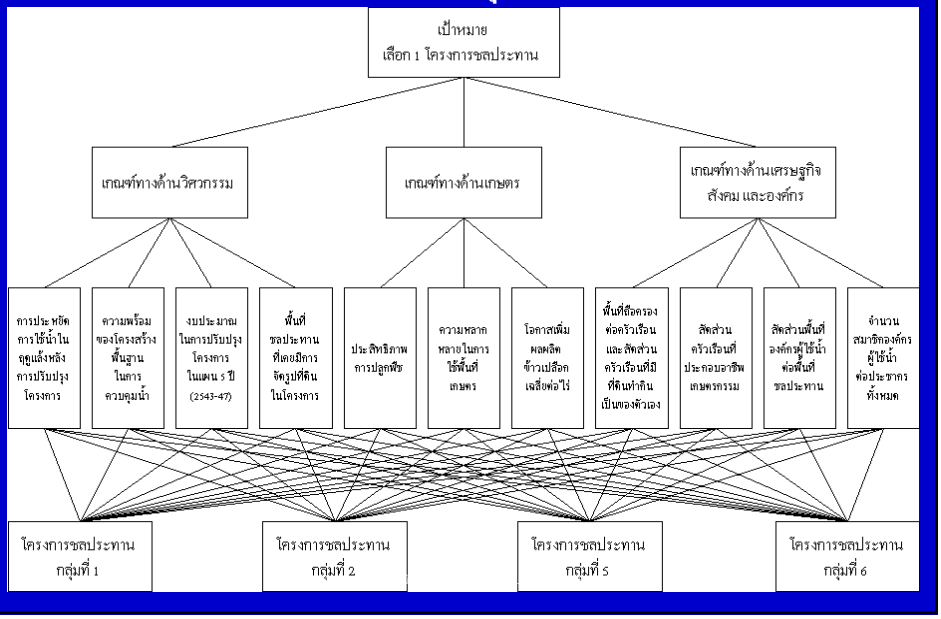
6.เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบเกณฑ์นั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้ แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7.คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

8.วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือกจากลข้อ (7) จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

- ตัวอย่าง การศึกษาเพื่อคัดเลือกโครงการชลประทานนำร่อง ในการปฏิรูปการจัดการน้ำ และปรับปรุงอาคารชลประทาน การศึกษาได้ทำการแบ่งกลุ่มพื้นที่โครงการชลประทานไว้ **9** กลุ่มหรือ **9** ทางเลือก
- จากการพิจารณาในเบื้องต้นด้านปริมาณน้ำต้นทุน ความพร้อมของอาคารควบคุม และความพร้อมของข้อมูลพบว่า โครงการชลประทานในกลุ่มที่ **1, 2, 5** และ **6** มีความเหมาะสมที่จะวิเคราะห์ในรายละเอียดเพื่อคัดเลือกให้เหลือเพียง **1** กลุ่มเท่านั้น
- พิจารณาแบ่งกลุ่มตัวแปรออกเป็น **3** กลุ่ม คือ ด้านวิศวกรรม ด้านการเกษตร และเศรษฐกิจ-สังคมและองค์กร และในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวแปรย่อยต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นดรรชนีในการคัดเลือกโครงการชลประทาน
- ผลการคัดเลือกโครงการโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดขึ้นพบว่าโครงการชลประทานในกลุ่มที่ **1** ซึ่งประกอบด้วยโครงการชลประทานดอนเจดีย์ พลเทพ ท่าโบสถ์ สามชุก และโพธิ์พระยา เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด มีคะแนนน้ำหนักความสำคัญรวม **73%**

โครงสร้าง AHP ของการวิเคราะห์โครงการศึกษาปรับปรุงการจัดการระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยา



คะแนนความสำคัญของเกณฑ์เมื่อเทียบกับเป้าหมาย

	เกณฑ์ด้านวิศวกรรม	เกณฑ์ด้านเกษตร	เกณฑ์ด้านเศรษฐกิจ-สังคมและองค์กร
เกณฑ์ด้านวิศวกรรม		+1.333 *	-1.333
เกณฑ์ด้านเกษตร			1.0
เกณฑ์ด้านเศรษฐกิจ-สังคมและองค์กร	CI = 0.00		

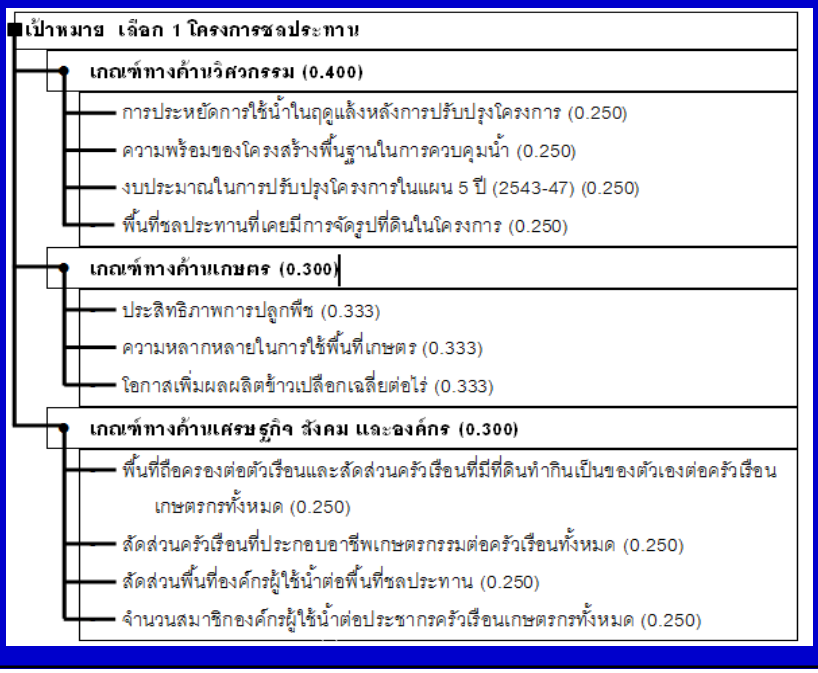
*หมายเหตุ : ตัวเลขในตารางมากกว่า 1 แสดงคะแนนความสำคัญของแถวมากกว่าสดมภ์

คะแนนความสำคัญของเกณฑ์ย่อย เมื่อเทียบกับเกณฑ์ด้านวิศวกรรม

	การประหยัดน้ำในฤดูแล้ง	ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน	งบประมาณในการปรับปรุง	พื้นที่ชลประทานที่เคยจัดรูป
การประหยัดน้ำในฤดูแล้ง		1.0	1.0	1.0
ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน			1.0	1.0
งบประมาณในการปรับปรุง				1.0
พื้นที่ชลประทานที่เคยจัดรูป	CI = 0.00			

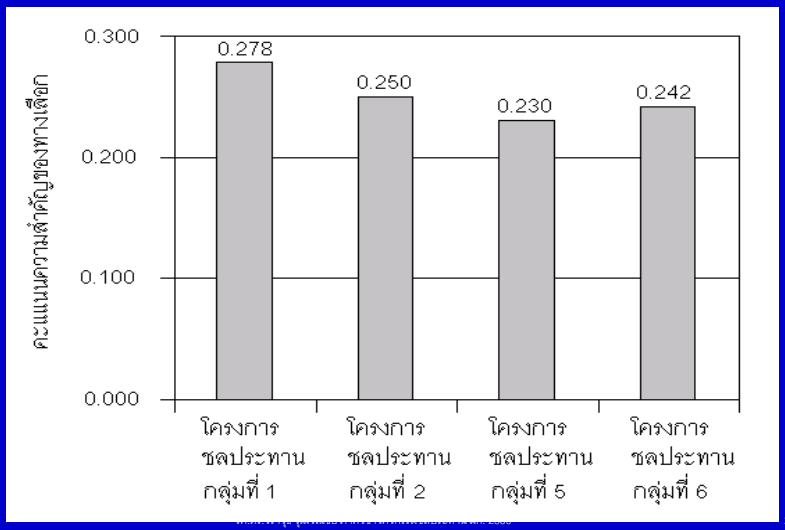
	โครงการชลประทานกลุ่มที่ 1	โครงการชลประทานกลุ่มที่ 2	โครงการชลประทานกลุ่มที่ 5	โครงการชลประทานกลุ่มที่ 6
โครงการชลประทานกลุ่มที่ 1		(1.25) *	1.00	1.00
โครงการชลประทานกลุ่มที่ 2			1.25	1.25
โครงการชลประทานกลุ่มที่ 5				1.00
โครงการชลประทานกลุ่มที่ 6	CI = 0.00	*หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บมากกว่า 1 แสดงคะแนน ความสำคัญของสดมภ์มากกว่าแถว		

แผนภูมิแสดงเป้าหมายและเกณฑ์และการแจกแจงคะแนนความสำคัญของเกณฑ์

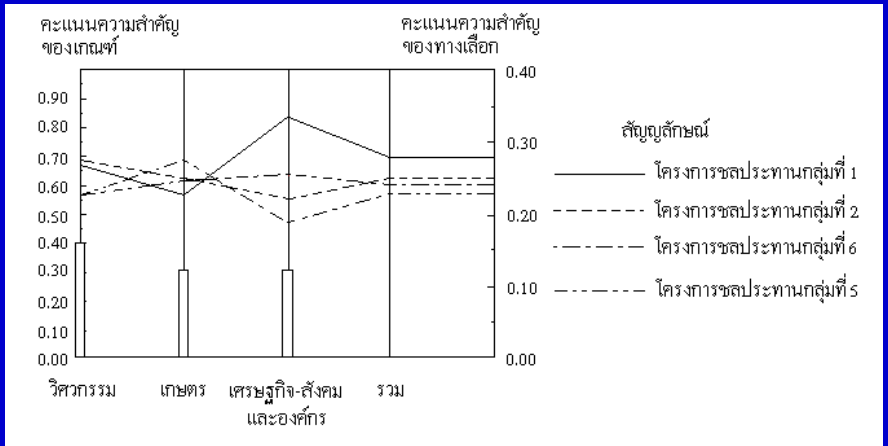


24

คะแนนความสำคัญของเกณฑ์และทางเลือกซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วย AHP



ความอ่อนไหวของการตัดสินใจ (Performance Sensitivity)



End