

บทที่ 2

ทฤษฎีและกรอบการจัดทำ SEEA

1. ระบบบัญชีประชาชาติ¹

Stone และ Meade ร่วมกันเขียนบทความ (White Paper) เมื่อครั้งเป็นนักศึกษาภายใต้การกำกับดูแลของ Keynes ว่าด้วย An Analysis of the Sources of War Finance and an Estimate of the National Income and Expenditure in 1938 and 1940 ซึ่งภายหลังได้นำเสนอเป็นรายงานเชิงเทคนิคใน Economic Journal (1941) และเป็นรากฐานของระบบบัญชีของประเทศ (Accounts of the Nations) และ SNA (System of National Accounts) ในเวลาต่อมา

Stone เป็นผู้เตรียมต้นฉบับให้กับการประชุม League of the Nations ในปี 1947 ซึ่งต่อมาได้รับการตีพิมพ์ในปี 1952 ว่าด้วย SNA และได้เป็นผู้รับรางวัล Alfred Nobel Memorial Prize in Economic Sciences สำหรับการวางรากฐานของระบบบัญชีประชาชาติและการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจ โดยใช้ระบบบัญชีคู่ (Double-entry-book-keeping system) ที่สมดุล

ระบบบัญชีประชาชาติมีบริบทของการอธิบายองค์ประกอบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ณ ระยะเวลาหนึ่งสามารถใช้ระบบบัญชีวัดระดับและการเปลี่ยนแปลงของรายได้ว่าส่งผลกระทบต่อการบริโภคและกิจกรรมอื่นๆทางเศรษฐกิจอย่างไรในเชิงการวิเคราะห์โครงสร้างเศรษฐกิจที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดงบประมาณ รวมทั้งการกำหนดแนวทางและ/หรือนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

ตัวชี้วัดผลการพัฒนาเศรษฐกิจ ที่รู้จักกันดี ก็คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Production - GDP) ที่อ้างอิงจากสมดุลต่างๆ ในระบบบัญชีประชาชาติ อันประกอบด้วย บัญชีการผลิต บัญชีการบริโภค รวมทั้งรายได้ การออม การลงทุน และการค้า (Production Account, Consumption and Income, Saving and Investment and Trade)

เราอาจสรุปความสัมพันธ์ของบัญชีประชาชาติในรูปของเมตริกบัญชีสังคม (Social Accounting Matrix) โดยที่แต่ละสดมภ์ (Column) แสดงการจ่ายจากสาขา (Payment from a Sector) ในขณะที่ด้านแถว (Row) แสดงการการจ่ายให้กับสาขา (Payments to a Sector)

¹ในบทนี้คงรูปแบบและการใช้สัญลักษณ์เดิมให้มากที่สุด เพื่อการสืบค้นและศึกษาต่อโดยผู้ที่สนใจ

ตารางที่ 2-1 : เมตริกบัญชีสังคมพื้นฐาน (A Basic Social Accounting Matrix)

	Institution	Factors	Production	Saving/ investment	RoW
Institution		NNP			
Factors			NNP	I	X
Production	C				B
Saving/investment	S		D		
RoW			M		

ที่มา: Heal G. and Kriström B. (2005), “National Income and the Environment,” in ed., K. –G. Mäler and J.R. Vincent, *Handbook of Environment Economics*, Volume 3. North Holland

(1) แถวแรกและ สดมภ์แรกแสดงให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ประชาชาติสุทธิ (Net National Product - NNP) เท่ากับการบริโภค (C) และการออมสุทธิ (S)

(2) แถวที่สามและสดมภ์ที่สามแสดงถึงความสมดุลระหว่างการใช้จ่ายและผลผลิตหรือ $C + I + X = NNP + D + M$: การบริโภค (C) รวมการลงทุน (I) รวมการส่งออก (X) เท่ากับการผลิต NNP รวม ค่าเสื่อมราคา (D) รวมการนำเข้า (M)

(3) แถวที่สี่และสดมภ์ที่สี่แสดงการออมเบื้องต้น (Gross Saving = $S + D$) รวมการขาดดุลบัญชีเดินสะพัด (B) เท่ากับการลงทุน : $I = S + D + B$ หรือ $B = I - S - D$

(4) แถวสุดท้ายและสดมภ์สุดท้ายแสดงถึงการขาดดุลบัญชีเดินสะพัด เมื่อการนำเข้า (M) มากกว่าการส่งออก (X) : $M = X + B$ หรือ $B = M - X$

นำเอกลักษณ์ทางบัญชีจาก (3) และ (4) ได้ว่าการลงทุนสนับสนุนด้านที่ของทุนจากการออมภายในประเทศรวมกับการออมจากต่างประเทศ แสดงโดยการขาดดุลในบัญชีเดินสะพัด,

$$I = (S + D) + (M - X)$$

ในการวิเคราะห์รายได้ประชาชาติที่คำนึงถึงต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เราพิจารณาตีความสวัสดิการสังคมที่ก่อเกิดจากรายได้และความมั่งคั่ง (Welfare Interpretations of Income and Wealth) ตามแนวของ Fisher-Lindahl-Kicksian (FLH): ระดับรายได้ที่วัดในหน่วยของการบริโภคสูงสุด (Maximum Consumption Level) ในช่วงเวลาที่ 1 ที่ สัมพันธ์สอดคล้องกับระดับเดียวกันในช่วงเวลาที่ 2

Fisher (1906) ให้คำจำกัดความรายได้ว่า คือ การบริการจากมูลภัณฑ์ (Stock) ต่างๆของระบบเศรษฐกิจ และในการศึกษานี้เน้นเป็นรากฐานของบัญชีสิ่งแวดล้อม Lindahl (1939, p. 144) ที่ให้

ความสำคัญกับรายได้เชิงสังคม (Social Income) ว่า คือ มาตรการที่ครอบคลุมการตีความความหมายของทุนอย่างกว้างและทำให้การศึกษารายได้เป็นการตอบคำถามทางสวัสดิการสังคม (Welfare Economics) มากกว่าเศรษฐกิจมหภาค (Macroeconomics) กล่าวคือ รายได้เป็นมาตรการที่ทำให้สวัสดิการสังคมมีความยั่งยืนมากกว่าที่เป็นเครื่องมือในการรักษาระดับของการบริโภค

2. รายได้ประชาชาติ และ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ในระบบเศรษฐกิจใดๆที่ปรับตัวเชิงพลวัต มาตรการด้านสวัสดิการสังคมใดๆจำเป็นต้องมีเป้าหมายทางเศรษฐกิจที่จะทำการหาค่าสูงสุด ซึ่งขึ้นอยู่กับอรรถประโยชน์ที่แสดงโดย Social Indifference curves การเลือกบริโภคและออมระหว่างช่วงเวลาที่ยืดหยุ่นเป็นปัจจุบัน ด้วยอัตราส่วนลด (discount rate) ที่จำเป็นต้องกำหนดให้มีการตีมูลค่าของทางเลือกในอนาคต จึงจะสามารถกำหนดมาตรการทางสวัสดิการว่ามีต้นทุน-ผลได้อย่างไรในการเลือก เช่น หากระบบเศรษฐกิจใดๆที่อุดมด้วยสินทรัพย์แห่งทรัพยากรธรรมชาติ และค่อยๆให้บริการที่มีคุณค่าที่ละน้อยอย่างยาวนาน (Indefinite) ระบบเศรษฐกิจนั้น จะมีความร่ำรวย หากเราคำนึงถึงบริการทั้งสิ้นในระยะยาว แต่อาจถูกมองว่า หากเราพิจารณามูลค่าเฉพาะในระยะสั้นๆ เช่น แหล่งต้นน้ำและความหลากหลายชีวภาพ (Watersheds and Biodiversity) เป็นต้น สามารถให้บริการที่มีคุณค่าแก่ระบบฯ ยาวนานกว่า ทุนทางกายภาพ และทุนมนุษย์ ซึ่งมีเวลาจำกัดกว่า ดังนั้นการประเมินคุณค่า ด้วยราคาตลาดเป็นหลัก จึงอาจคลาดเคลื่อนจากทัศนคติทางสังคมในการประเมินอนาคต

กล่าวโดยสรุปการวัดสวัสดิการจากด้านรายได้และด้านความมั่งคั่ง (Income vs Wealth) เปรียบเสมือนสองด้านของเหรียญเดียวกัน และดูเหมือนการวัดจากด้านความมั่งคั่งจะปราศจากการยึดติดกับทัศนคติมองโลกแบบอรรถประโยชน์นิยม (Utilitarian Objectives) การใช้อัตราส่วนลดต่างๆ ในการศึกษา เราศึกษาแบบจำลองที่อธิบายถึงฐานความคิดของการจัดทำบัญชีรายได้ประชาชาติที่พิจารณาต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจากด้านทรัพย์สิน (Stock of Environmental Assets) เป็นสำคัญ เพื่อนำไปสู่การวัดสวัสดิการสังคมที่แสดงในรูปรายได้ต่อไป (Contribution to Welfare Measurement) ผ่านระบบบัญชีทรัพยากร (Resource Accounts)

กำหนดให้ $c(t) \in R^m$ คือ เวกเตอร์ของการไหลเวียนของสินค้าที่บริโภคให้อรรถประโยชน์ ณ เวลา t , และ $s(t) \in R^n$ คือ เวกเตอร์ของมูลภัณฑ์ (Stock) ณ เวลา t โดยที่ $s_i(t), i = 1, \dots, n$, เปลี่ยนแปลง² ตลอดช่วงเวลา ขึ้นกับมูลค่าของมูลภัณฑ์และการไหลเวียน (all stocks and all flows)

$$\dot{s}_i(t) = d_i(c(t), s(t)), \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

² $\dot{s}_i(t)$ หมายถึงการเปลี่ยนแปลง ของ มูลภัณฑ์ i เทียบกับเวลา t เท่ากับ reproduction function $d_i(c(t), s(t))$

สังคมมีเป้าหมายในการหาอรรถประโยชน์สูงสุดจากผลรวมของอรรถประโยชน์ตลอดช่วงเวลา (2) ที่ปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยอัตราส่วนลด δ ผลรวมของอรรถประโยชน์ภายใต้เงื่อนไข (1)

$$\text{Max } \int_0^\infty u(c(t), s(t)) e^{-\delta t} dt \quad (2)$$

ในกรณีเศรษฐศาสตร์ทรัพยากรอรรถประโยชน์ u ไม่ได้ขึ้นกับระดับของ s และถ้าให้ $\dot{s}_i(t) = -c_i(t)$ เราได้ Hotelling Model ที่วิเคราะห์ระดับของมูลภัณฑ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กระทบต่ออรรถประโยชน์ของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการผลิต ในการวิเคราะห์เราแก้สมการ Hamiltonian (แทนฟังก์ชัน อรรถประโยชน์)

$$H(t) = u(c(t), s(t)) e^{-\delta t} + \sum_{i=1}^n \lambda_i(t) e^{-\delta t} d_i(c(t), s(t)), \quad (3)$$

โดยที่ $\lambda_i(t)$ คือราคาเงาของมูลภัณฑ์ที่ทำให้การเลือกบริโภคทรัพยากร ณ เวลาปัจจุบันกับอนาคตและถ้าเราแทนค่าเงื่อนไขการเจริญเติบโตของ Solow การออมเพิ่มหรือลด ขึ้นอยู่กับการผลิตและการบริโภค $\dot{s} = f(s) - c$ ลงใน Hamiltonian เราได้ระดับของรายได้ประชาชาติสุทธิ (Net National Income) วัดในหน่วยของอรรถประโยชน์

เงื่อนไขจำเป็น (first-order condition) ของการเข้าสู่เป้าหมายสวัสดิการสังคม

$$\frac{\partial u(c(t), s(t))}{\partial c_j} = - \sum_{i=1}^n \lambda_{i,t} \frac{\partial d_i(c(t), s(t))}{\partial c_j} \quad (4)$$

และ

$$\dot{\lambda}_i(t) - \delta \lambda_i(t) = - \frac{\partial u(c(t), s(t))}{\partial s_i} - \sum_{k=1}^n \lambda_{k,t} \frac{\partial d_k(c(t), s(t))}{\partial s_i} \quad (5)$$

ถ้ากำหนดให้มูลภัณฑ์เริ่มต้นเท่ากับ s_0 , State Valuation Function เท่ากับ

$$V(s_0) = \max_{\{c\}} \int_0^\infty u(c, s) e^{-\delta t} dt$$

และ

$$\dot{s}_{i,t} = d_i(c(t), s(t)) \quad i = 1, \dots, n$$

มูลค่าปัจจุบันสูงสุดที่ได้จากทรัพยากรหรือ marginal social productivity

$$\frac{\partial V}{\partial s_i} = \dot{\lambda}_i \text{ ราคาเงาของทรัพยากรที่ } i\text{th} \quad (6)$$

การประเมินมูลค่าทรัพยากร (State Valuation function) จะเพิ่มขึ้นตรงกับที่มูลค่าของมูลภัณฑ์
ของทรัพยากรธรรมชาติ ณ ราคาเงาของทรัพยากรเพิ่มขึ้น ณ Optimal Path

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \dot{s}_i \quad (7)$$

เราได้รับการประเมินมูลค่าทรัพยากรจากการทำอนุพันธ์ (s_0) = $\max_{\{c\}} \int_0^\infty u(c, s) e^{-\delta t} dt$

$$\frac{dV}{dt} = -u(c, s) + \delta \int_0^\infty u(c, s) e^{-\delta t} dt$$

แก้สมการทั้งสองได้

$$\delta V = H \quad (8)$$

Hamiltonian ถูกพิจารณาว่า คือ มูลค่าที่ V ถูกปรับด้วยอัตราส่วนลด δ และหาก Hamiltonian แทนระบบบัญชีที่สมบูรณ์และมีข่าวสารพอเพียงในการประเมินอนาคต (Hamiltonian is autonomous) และไม่มีการนับซ้ำระหว่างมูลภัณฑ์และกระแสไหล (equivalent constant utility level) และเป็นตัวแทนของการวัดรายได้ประชาชาติ แบบ Hicksian national income อย่างไรก็ดีเราจำเป็นต้องแปลง Hamiltonian ที่เปรียบเสมือนการเพิ่มขึ้นของสวัสดิการ (Pareto Improvement) จากฐานของการเป็นตัววัดที่เรียงลำดับ (Ordinal) ไปสู่เมตริกทางเงินตราที่เราสามารถรวมและเปรียบเทียบเชิงมูลค่า (Money Matrix) การวางรากฐานทางทฤษฎีโดยใช้ Hamiltonian ทำให้ลดปัญหาการนับซ้ำ (Double Counting) เนื่องจากมูลภัณฑ์ (Stocks) แยกจากกระแสไหล (Flows) อย่างชัดเจน และเป็นรากฐานของการจัดทำ UN-SEEA ต่อไป

ในการวัดความมั่งคั่งแห่งชาติ (National Wealth) มีเซตของราคาที่สนับสนุนเส้นทางแห่งความพอดี (support the optimal path) หากมีราคาที่สร้างความพอดี (optimal prices) ที่นำไปกำหนดมูลค่าของความมั่งคั่งแห่งชาติ และทำให้ได้ว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงของความมั่งคั่ง (NW) เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของความมั่งคั่งของมูลภัณฑ์ทรัพยากร ที่วัด ณ ราคาเงา (at constant price) เพิ่ม นั่นคือ อัตราการเพิ่มของ NW เท่ากับอนุพันธ์ครั้งที่หนึ่งของอัตราการเปลี่ยนแปลงของ state valuation function

การเชื่อมโยงระหว่าง รายได้ประชาชาติ ความมั่งคั่ง และ NNP

สมมติว่ามูลค่าที่ไม่ปรากฏเป็นตัวแปรในฟังก์ชันอรรถประโยชน์ เราได้ Hamiltonian สำหรับ dynamic model ว่า

$$H(t) = u(c) + \lambda \dot{s}$$

หาอนุพันธ์ได้เทียบกับ t ได้

$$\frac{dH}{dt} = \lambda \dot{s} + \dot{\lambda} \dot{s} = \delta \frac{dV}{dt}$$

จากคำจำกัดความ

$$NNP = c + \dot{s}$$

และ

$$\frac{dH}{\lambda} = \frac{d}{dt} NNP + \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \dot{s} = \frac{\delta}{\lambda} \frac{dV}{dt}$$

ซึ่งคือ Income based measure ที่อาจมีค่าลบหรือบวก ไม่ใช่ตัวชี้วัดสวัสดิการสังคมที่เสถียร การวัดการเปลี่ยนแปลงของ NNP จากการเปลี่ยนแปลงมูลค่าทรัพยากร (Wealth based measure of welfare) ที่มีความคงเส้นคงวาในการวัดสวัสดิการสังคม จากการเปลี่ยนแปลงของรายได้ประชาชาติขึ้นอยู่กับความเสถียรกว่า โดยที่การเปลี่ยนแปลงของ NNP เท่ากับผลคูณของการเพิ่ม/ลดของมูลค่าทรัพยากรกับอัตราส่วนลดหักด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาเงาของทรัพยากร

$$\frac{d}{dt} NNP = \dot{s} \left(\delta - \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \right)$$

2.1 การวัดมูลค่าของ มูลค่า ทรัพยากรธรรมชาติ

ในระบบ SNA ประเมินมูลค่าของทรัพยากรเป็นสินทรัพย์ในระบบเศรษฐกิจ ในขณะที่ ระบบ SEEA ยอมให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่นอกกรอบของระบบเศรษฐกิจ สิ่งที่เป็นประเด็น คือ การประเมินมูลค่าทรัพยากร ซึ่งหลากหลาย ตั้งแต่การประเมิน ณ ราคาตลาด (market prices) มูลค่าปัจจุบัน (present value) ค่าเช่าสุทธิ (net rent) ค่าเช่าแบบ Ricardian การประเมิน แบบ Contingent valuation การประเมินค่าแบบ Hedonic การประเมินการทดแทนด้านต้นทุน (replacement cost

methods) การประเมินค่าเสียโอกาส (opportunity cost) และวิธีการประเมินแบบค่าเช่าสุทธิ (net rent method) ที่นำเสนอโดย El Serafy (1989)³

เราเริ่มหามูลค่าของค่าเสื่อมราคาทางเศรษฐกิจ (Economic depreciation) ที่วิเคราะห์ตามแนวของ Harold Hotelling (1925)⁴ โดยให้ $V(t)$ เป็นมูลค่าของมูลภัณฑ์ทุน ณ เวลา t , $V(t)$ คือ มูลค่าของบริการ ซึ่งวัดด้วยราคา $q(t)$ ที่ได้จากทุนจากเวลา $t, \dots, T$:

$$V(t) = \sum_{\tau=t}^T q(\tau) R(\tau)$$



โดยที่

$R(\tau) = (1 + \delta)^{t-\tau}$ คือ discount factor ณ เวลา $t+1$

$$V(t+1) = \sum_{\tau=t+1}^T q(\tau) R(\tau)$$

โดยการแทนค่าเราได้

$$V(t) = q(t) + \frac{V(t+1)}{1 + \delta}$$

และได้ค่าเสื่อมราคา

$$D(t) = V(t) - V(t+1)$$

ในกรณีทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (Nonrenewable resource) เราให้คำจำกัดความของมูลค่าปัจจุบันของค่าเช่าทรัพยากร (Current resource rent) ซึ่งเท่ากับมูลค่าสุทธิของบริการที่ทรัพยากรก่อเกิด (Net value of services) ณ ราคา p ของทรัพยากร และ $h(c(t))$ เท่ากับต้นทุนการขุดเจาะ (Total costs of extraction)

$$\text{Current resource rent } q(t) = pc(t) - h(c(t))$$

และค่าเสื่อมราคา

$$D(t) = pc(t) - h(c(t)) - \frac{\delta V(t+1)}{1 + \delta}$$



³ El Serafy, S. (1989). "The proper calculation of income from natural resources" in Ahmad, Y., El Serafy, S., Iitz, E. (Eds), Environmental Accounting for Sustainable Development. The World Bank, Washington, DC.

⁴ Hotelling, H. (1925). "A general mathematical theory of depreciation". Journal of the American Statistical Association 20, 340-353

ที่น้อยกว่า Current resource rent และ จาก Krström(2002)⁵

$$D_t = - \sum_{i=1}^n \lambda_{i,t} \dot{s}_{i,t},$$

$$D_{i,t} = - \lambda_{i,t} \dot{s}_{i,t}$$

ค่าเสื่อมราคาของทรัพยากร คือ มูลค่าเงาของทรัพยากรที่ทำให้ความมั่งคั่งไม่เปลี่ยนแปลง และ สอดคล้องกับหลักของความยั่งยืน (Sustainability concept) ซึ่งใน SNA 93 ใช้แนวทางของ “Hicks-Hotelling” นี้ในการกำหนดค่าเสื่อมมูลค่าทรัพยากร

2.1.1 ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (Exhaustible resources)

สมมติว่าทรัพยากรธรรมชาติเช่นสินแร่ขนาดสำรอง $s_0 = \int_t^\infty c(\tau) d\tau$ ที่ทำการขุดค้น เพื่อแสวงหากำไรสูงสุดจากรายได้ pc ด้วยต้นทุนขุดรวม $h(c)$ ต้นทุนหน่วยสุดท้ายเท่ากับ $MC = dh/dc > 0$ กำไรสูงสุดและ Hamiltonian เท่ากับ

$$\pi_t = pc - h(c), \quad H = pc - h(c) - \lambda c$$

และ ค่าเสื่อมราคา $D(t) = \lambda c = (p - MC)c$ เรียกว่า *Net Rent Method*, λc คือ เงินที่ต้องใส่คืนไป เพื่อให้มูลค่าของธุรกิจคงที่ อย่างไรก็ตามมูลค่าของเหมืองแร่บ่อน้ำมันขึ้นกับโครงสร้างของตลาดในเวลา $t+1$ มูลค่าทรัพยากรอาจมากกว่า ณ เวลา t เนื่องจากมีส่วนล้ามูลค่าทุน (capital gains) ที่ธุรกิจได้รับ แต่ไม่ใช่ ระบบเศรษฐกิจ (กรณีระบบเศรษฐกิจปิด) ดังนั้นการคิดค่าเสื่อมราคาในระบบบัญชีประชาชาติไม่ควรรวม ส่วนล้ามูลค่าทุนนี้จากการประเมินทรัพยากรใช้แล้วหมดไป เราประเมินค่าทรัพยากรจากวิธีนี้โดย

$$\lambda c = (p - MC)c = (pc - h(c)) (1 + \varepsilon^{ATC}) = pc - h(c) \frac{MC}{ATC}$$

$$\varepsilon^{ATC} = \frac{d(h(c)/c)}{dc} \frac{c}{(h(c)/c)} \quad \text{และ} \quad ATC = h(c)/c$$

ทั้งนี้มูลค่าการขุดค้นใหม่ (New discoveries) และต้นทุนการขุดค้น (Current exploration cost) และการพัฒนาไม่นับรวมใน NNP เพราะจะทำให้เกิดการนับซ้ำ

⁵ Krström, B. (2002). “Hotelling on Depreciation”. In Krström, B., Dasgupta, P., Löfgren, K. -G. (Eds.), Essays in Honor of Karl-Göran Mäler. Edward elgar, Cheltenham, UK.

El Serafy (1999) เสนอให้คำนวณรายได้ประชาชาติที่แท้จริง (true income) จากทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไปที่มีอายุ n ปี ณ ระดับการขุดค้นใช้ประโยชน์ ประเทศได้รายได้ที่แท้จริงเท่ากับ

$$x = pc - h(c) - \frac{pc - h(c)}{(1 + \delta)^{n+1}}$$

2.1.2 ทรัพยากรที่ใช้แล้วหมุนเวียนกลับมา (Renewable resources)

ในการคำนวณค่าเสื่อมราคาเราใช้ระบบสมการ

$$\pi_t = pc - h(c), \quad H = pc - h(c) + \lambda(d(s) - c),$$

และหากการเพิ่มของทรัพยากรเป็นแบบทันที (Immediate regeneration)

$$\dot{s} = d(s) - c$$

ค่าเสื่อมราคาของทรัพยากรที่สามารถนำกลับคืนมาใหม่ จะเท่ากับค่าเช่าของทรัพยากร (Net rent method) คูณกับ reproduction function $d_i(c(t), s(t))$ สู่จากการบริโภค $c(t)$ หรืออัตราการเติบโตของทรัพยากรธรรมชาติ (เช่น กรณี ป่าไม้ และน้ำ เป็นต้น)

$$D_t = \lambda \dot{s} = (p - MC)\dot{s}$$

2.2 การประมาณการมูลค่าของบริการที่ได้จากระบบนิเวศ (Valuation of ecological services)

ในการประมาณการมูลค่าของบริการ โดยใช้การประเมินคุณค่าที่ผู้บริโภคมีความเต็มใจจ่าย (Willingness to pay) ซึ่งการที่ประเทศจะนำภาษีสิ่งแวดล้อมมาใช้เป็นการแสดงออกถึงการตัดสินใจทางการเมืองในการให้ผู้เสียภาษีจ่ายค่ารักษาสิ่งแวดล้อม ระดับของการปล่อย (emission) เป็นระดับที่กำหนดโดยต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการลดการปล่อย (marginal cost of emission reduction) และผลได้หน่วยสุดท้าย (marginal benefit) ณ ระดับราคาหรือภาษีที่จ่ายต่อหน่วยการปล่อยที่ลดลง

ในอีกด้านหนึ่ง การใช้จ่ายเพื่อการป้องกันผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม และไม่นับรวมไว้ในมาตรวัดของสวัสดิการ (welfare index) ปัญหาที่สำคัญคือในระบบบัญชีประชาชาติ เราควรรวมให้การใช้จ่ายดังกล่าว ถูกรวมไว้ที่การใช้จ่ายขั้นสุดท้าย (final demand) หรือค่าใช้จ่ายขั้นกลาง (intermediate demand) เช่น ค่าใช้จ่ายในการใช้ไส้กรองน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงมาก เพื่อเป็นการทดแทนการเข้าถึง

น้ำสะอาดบริสุทธิ์ (willingness to pay for water purity as value of quality improvement) เป็นต้น ซึ่งก็ไม่ใช่ที่แน่ชัดว่า เป็นความเต็มใจจ่ายของประชาชนกลุ่มใด เพราะขาดข้อมูลข่าวสารที่สมบูรณ์ในสังคม

การประเมินมูลค่าโดยพิจารณาต้นทุนการบำรุงรักษา (maintenance cost) อาจเป็นอีกทางหนึ่งของการประเมินค่าของสิ่งแวดล้อม แต่ก็ไม่ชัดเจนด้านทฤษฎี เพราะไม่เชื่อมต่อชัดเจนกับข้อมูลของระบบอรรถประโยชน์และความชอบ (preferences structure and information)

2.3 บัญชีเศรษฐกิจ ที่ คำนึงถึงต้นทุนทรัพยากรและผลกระทบของสิ่งแวดล้อม (The United Nations Integrated System of Environmental and Economic Accounting - SEEA)

บัญชี SEEA เป็นบัญชีบริหารของบัญชีประชาชาติภายใต้ SNA ดังนั้นความหมายของรายได้ใน SEEA จึงอาจแตกต่างไปจากรากฐานทางทฤษฎีของรายได้ของ FLH ข้างต้น แต่มีการพัฒนารูปแบบการคำนวณที่สามารถทดสอบความสอดคล้องได้ SEEA จะรวมตารางการใช้และมูลค่าเพิ่ม (Use / Value Added Tables) ตารางสมดุลสำหรับสิ่งแวดล้อมและสินทรัพย์ทางเศรษฐกิจ ตารางปัจจัยการผลิตชั้นกลาง การบริโภคขั้นสุดท้าย และบัญชีทุนในการประมาณการ NNP ที่ถูกกระทบจากการเสื่อมสลายของมูลภัณฑ์ทรัพยากรธรรมชาติ นั่นคือ การลดลงหมดไปและการเสื่อมคุณภาพของทรัพยากร (depletion and degradation) ซึ่งนับเป็นต้นทุนการผลิต (Production Cost) ใน SEEA ซึ่งต่างจาก SNA-93 ที่นับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในสินทรัพย์ที่ไม่สามารถผลิต (Non-Produced Asset) ในหมวด “other volume change” ในบัญชีสินทรัพย์

บัญชี SEEA ประกอบด้วยเมตริก ดังนี้ (1) มูลภัณฑ์เริ่มต้นงวด (opening stocks) (2) ตารางการใช้ทรัพยากร/มูลค่าเพิ่มทรัพยากร (use/value-added tables, GDP, NDP, EDP) (3) ตารางการจัดหา (supply tables of goods and services, import of residuals) (4) การประเมินการเปลี่ยนแปลงมูลค่า (revaluation and other changes) และ (5) มูลภัณฑ์ปลายงวด (Closing stocks)

ในการจัดทำ SEEA มีข้อสังเกต คือ (1) ใน SEEA จะต้องทำการหักมูลค่าการใช้จ่ายเพื่อการรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งจ่ายโดยครัวเรือน รัฐบาล และภาคธุรกิจเอกชน จากผลผลิตประชาชาติ (2) จัดทำบัญชีในหน่วยของกายภาพ ที่เชื่อมโยงกับหน่วยของเงินตรา (3) ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในบัญชี (Green Accounting) ด้วยวิธีต่างๆ เช่น มูลค่าในเชิงตลาดแข่งขันหรือประมาณการต้นทุนที่สามารถรักษามูลภัณฑ์ของทรัพยากรธรรมชาติไว้ว่าควรเป็นเท่าใดหรือการประเมินมูลค่าทางจิตใจที่ผู้บริโภคเต็มใจที่จ่าย ในการรับบริการจากทรัพยากรนั้น (Contingent Valuation) เป็นต้น การประเมินต่างๆทำให้ SEEA ต่างจาก SNA เนื่องจากต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมใน SEEA คือ การเสื่อมสลายหรือลดคุณภาพลงของทรัพยากรธรรมชาติ (degradation or depletion of natural resources) ที่กระทบกับผลผลิตประชาชาติ และ (4) การรวมเอาผลกระทบจากการผลิตและการบริโภคของครัวเรือน เช่น การสันถนาการที่ได้จากบริการของทรัพยากรที่ไม่มีราคาตลาด เป็นต้น

SEEA ใช้หลักการประเมินจาก (1) ราคาตลาดของทรัพยากรธรรมชาติ (2) มูลค่าปัจจุบันของผลผลิตที่คาดว่าจะได้สุทธิ (expected net products) (3) ราคาสุทธิ (net price method) (โดยอาจใช้การประเมินรายได้สุทธิสำหรับสินแร่) สำหรับทรัพยากรได้พิภพ น้ำ และป่าไม้ อาจใช้การประเมิน Stumpage values SEEA (1993)⁶ โดยให้ความสำคัญกับแนวทางของการประเมินต้นทุนการรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน (marginal changes) ในขณะที่การประเมินแบบ contingent valuation อาจเหมาะสมกับมูลค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด การลดลงของพื้นที่ป่าที่กระทบต่อความเต็มใจจ่ายให้กับบริการจากป่าไม้ (non-marginal changes)

SEEA ประเมินผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่คำนึงถึงต้นทุน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมมีแนวคิดในเชิงสมการ ดังนี้

(1) สมดุลระหว่างการจัดหาและการใช้ (Supply-Use Identity) คือ การเท่ากันระหว่างอุปทานของสินค้าและบริการ { ผลผลิต ภายในประเทศ (O) รวมกับการนำเข้า (M) } และอุปสงค์ {ความต้องการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (IC) รวมกับการบริโภคขั้นสุดท้าย (C) การสะสมทุนเบื้องต้น (CF) การส่งออก (X) } ภายใต้ระบบ SNA (Handbook of National Accounting Series F No.78 Integrated Environmental and Economic Accounting : An Operation Manual, หน้า 39)

$$O + M = IC + C + CF + X,$$

มูลค่าเพิ่มรายสาขาอุตสาหกรรมที่ปรับด้วยต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Environmentally adjusted Value-added - EVA_i) คือการนำประมาณการมูลค่าเพิ่มรายสาขาอุตสาหกรรม { NVA_i = ผลผลิตเบื้องต้น (O_i) หักด้วยค่าเสื่อมราคา (CC_i) และการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (IC_i) หักด้วยการสูญเสียของทรัพยากรธรรมชาติและต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม (EC_i) }

$$EVA_i = O_i - IC_i - CC_i - EC_i = NVA_i - EC_i$$

(2) เอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่คำนึงถึงต้นทุน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (EDP) ผลรวมของ EVA_i ปรับเพิ่มเติมด้วยต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม (EC_h) ที่เกิดจากครัวเรือน - ชุมชน ที่อาจแสดงโดยค่าใช้จ่ายในการจัดการสิ่งแวดล้อมของรัฐบาล

$$EDP' = \sum EVA_i - EC_H$$

⁶ United Nations (1993). "Integrated economic and environmental accounting". Sales No. E 93.XVII. 12. United Nations Statistics Division, New York และ UN (1998). "Integrated economic and environmental accounting-An Operation Manual". Draft. United Nations Statistics Division

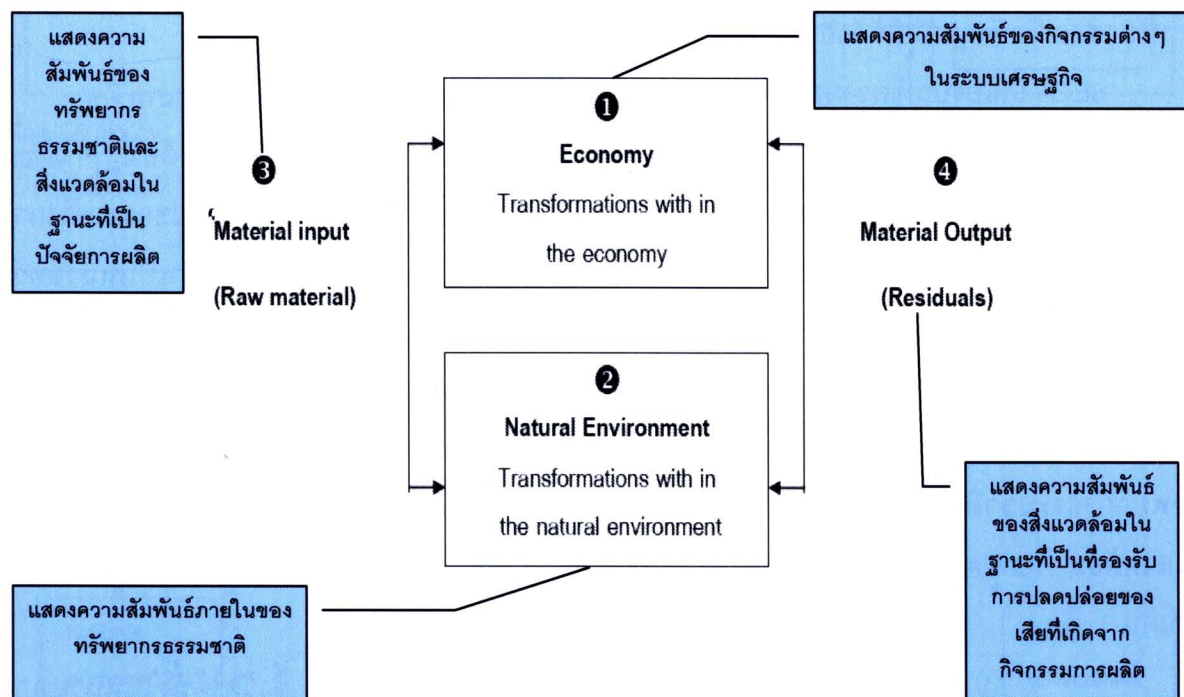
ในคู่มือ (Handbook, 1998) ให้คำอธิบายว่า การประเมินต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมด้วยต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance costs) เป็นการแสดงต้นทุนต่ำที่สุด (least-cost) ที่ใช้จ่ายเพื่อให้ระบบนิเวศน์รักษาศักยภาพในการดูดซับมลภาวะ (Waste/pollution absorption capacity of environmental assets) ในทางเทคนิค เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถดูดซับการปล่อยมลภาวะจากกิจกรรมการผลิต-บริโภคได้ในระดับหนึ่ง ส่วนคงค้างถือว่าเป็นภาระสังคมที่เป็นผลของสวัสดิการสังคมต่ำระดับ (Sub-optimal) เนื่องจากการจัดการกำจัดมีต้นทุนหน่วยสุดท้ายสูงกว่ามาตรฐานมาก สิ่งที่พึงระวังคือ ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจถูกนับซ้ำ ถ้าบางส่วนของมูลค่าเพิ่มมีการประมาณค่าต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมไว้แล้ว

ในด้านป่าไม้ SEEA ให้ลดมูลค่าของป่าเนื่องจากการใช้แล้วหมดไป (depletion) ของทรัพยากรไม้ธรรมชาติ (Non-cultivated standing timber) และความหลากหลายอื่นๆ ทางชีวภาพจากการทำไม้ การบุกรุกแผ้วถางป่าเพื่อการเพาะปลูก การล่าสัตว์ การเก็บของป่าเกินกว่าระดับที่ป่าจะฟื้นคืนสภาพได้ (sustainable use) ประเมินมูลค่าของทรัพยากรดินที่ลดมูลค่าลง จากคุณภาพของป่าลดลง (Degradation resulting from forestry) การทำไม้และกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับป่าไม้ และการทำลายป่า เพื่อให้เกิดความยั่งยืน การลด การล้มไม้ในป่า พร้อมกับลดมูลค่าเพิ่มจากการทำไม้จากป่าธรรมชาติ ในข้อเท็จจริง กำไรในการให้บริการด้านสิ่งแวดล้อมอาจมาจากสาขาอื่นที่ไม่ใช่สาขาการทำไม้โดยตรงก็ได้

3. กรอบแนวคิดของบัญชีประชาชาติ ที่คิดรวมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (UN SEEA)

3.1 กรอบแนวคิดของ SEEA

“เป็นการเชื่อมโยงระหว่างระบบบัญชีประชาชาติกับบัญชีสิ่งแวดล้อม โดยมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับกิจกรรมด้านเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากทรัพยากรธรรมชาติเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในระบบเศรษฐกิจ และในขณะเดียวกันสิ่งแวดล้อมก็เป็นปัจจัยสำคัญในการรองรับการปลดปล่อยของเสียที่เกิดจากกิจกรรมการผลิต”



ที่มา: UN (2000)

รูปที่ 2-1 : ความเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในเชิงระบบ

หลักการของ SEEA โดยรวมแล้วเป็นการแบ่งแยกกิจกรรมของประเทศ ออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนแรก เป็น เศรษฐกิจ(Economy) ประกอบด้วย

- 1) กิจกรรมการผลิต
- 2) กิจกรรมการบริโภคสินค้าและบริการ
- 3) กิจกรรมการสะสมทุน

ส่วนที่สอง เป็น สิ่งแวดล้อม (Environment) ประกอบด้วยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 3 กลุ่ม ประกอบด้วย

- 1) กลุ่มของทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resources) ที่ครอบคลุมแร่ธาตุของทรัพยากรได้พิภพ พลังงาน ทรัพยากรน้ำ และป่าไม้

2) กลุ่มของระบบนิเวศ (Ecosystems) ซึ่งเป็นปัจจัยธรรมชาติต่างๆ อันจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ ได้แก่ น้ำ อากาศ (ออกซิเจนและไฮโดรเจน และอื่นๆ) เป็นต้น

3) กลุ่มที่เป็นสสารหรือวัสดุเหลือใช้ (Residuals) ซึ่งเป็นผลผลิต (Output) ที่เหลือจากการผลิตและการบริโภค ไม่มีคุณค่าในเชิงเศรษฐกิจ แต่สามารถนำมาใช้ใหม่ ฝังกลบ หรือกำจัดปนไว้กับสิ่งแวดล้อม

ทั้งสองส่วนต้องอาศัยซึ่งกันและกัน โดยเศรษฐกิจจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในฐานะที่เป็นปัจจัยการผลิต และในขณะเดียวกันก็อาศัยสิ่งแวดล้อมในการเป็นแหล่งเก็บสำหรับสสารหรือวัสดุเหลือใช้ด้วย

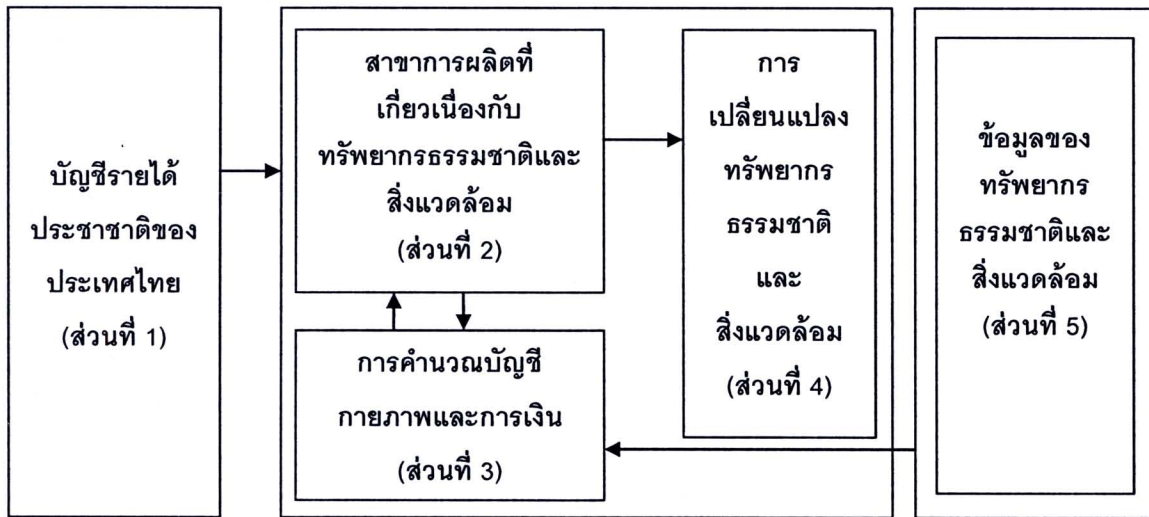
SEEA ได้แบ่งบัญชีความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) บัญชีปริมาณการไหลเวียนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Physical Flow Accounts) ที่แสดงในหน่วยทางกายภาพของสสารและพลังงาน โดยนำเสนอในรูปของตารางการจัดหาและการใช้ (Supply and Use Table) ในหน่วยทางกายภาพและมีการประเมินค่าเป็นหน่วยทางเงินตราเช่นเดียวกับบัญชีในระบบ SNA

2) บัญชีที่แสดงถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมและธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ รายการที่เกี่ยวข้องกับการปกป้องสิ่งแวดล้อม (Environmental protection) และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (Resource management) เป็นต้น และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ภาษีสิ่งแวดล้อม (environment taxes) และสิทธิหรือใบอนุญาตต่างๆ ในการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

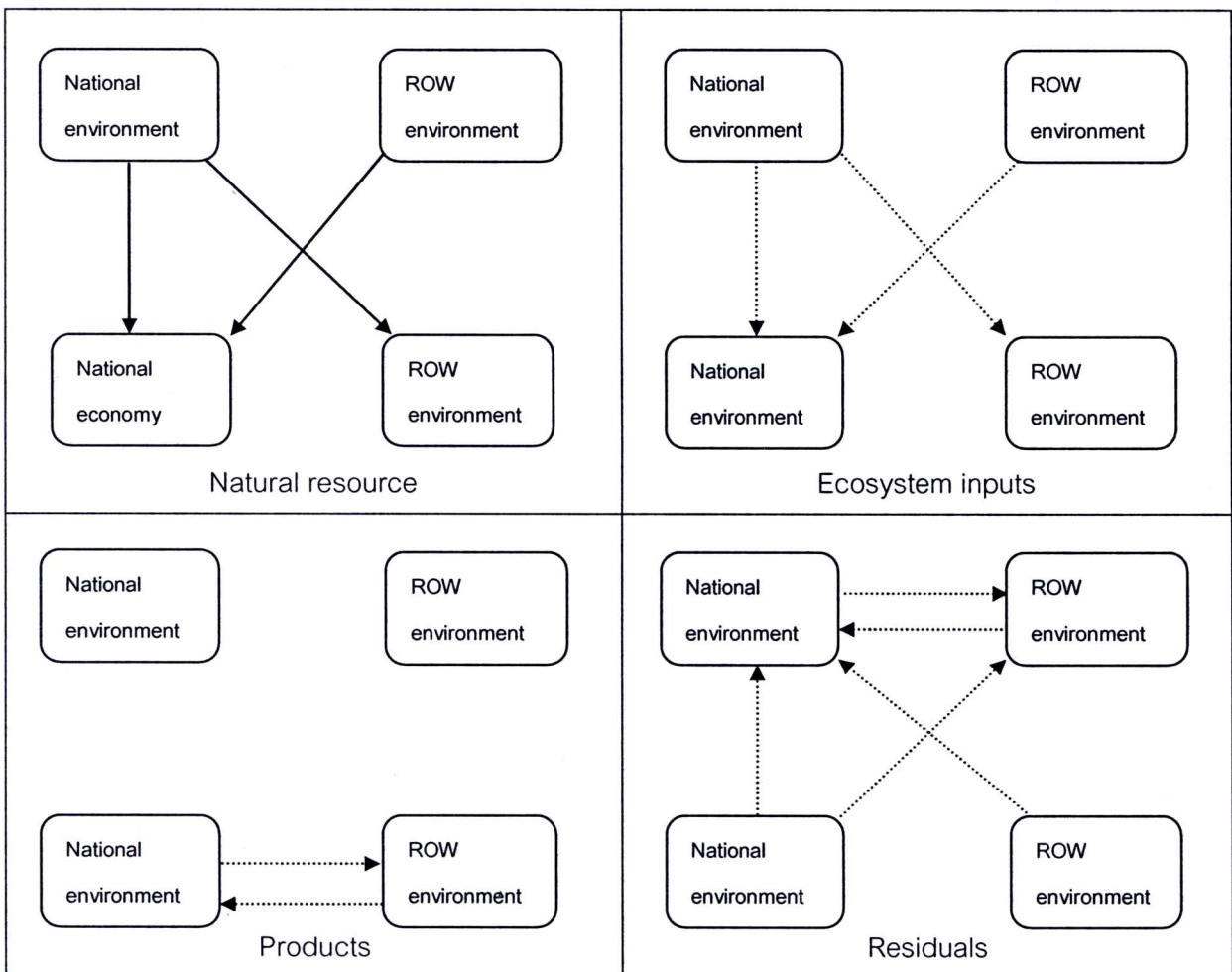
3) บัญชีสินทรัพย์สิ่งแวดล้อม (Environment Assets) ซึ่งวัดได้ทั้งในหน่วยทางกายภาพและเงินตรา และการเปลี่ยนแปลงมูลค่าทุนสิ่งแวดล้อมในช่วงระยะเวลาบัญชี

4) บัญชีแสดงการปรับ SNA ที่มีอยู่เพื่อรวมผลกระทบระหว่างเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมโดยมีตัวปรับค่า 3 กลุ่มประกอบด้วย (1) ตัวปรับด้านการสูญเสียของทรัพยากรธรรมชาติ (Depletion of natural resource) (2) ตัวปรับด้านการใช้จ่ายในการป้องกันรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Defensive expenditures) และ (3) ตัวปรับด้านการเสื่อมโทรมของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (Degradation of natural resource and environment)



ที่มา: UN (2000)

รูปที่ 2-2 : การเชื่อมโยงของระบบบัญชีประชาชาติที่คำนึงต้นทุนด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



ที่มา: UN (2003)

รูปที่ 2-3 : แสดงการไหลเวียนระหว่างระบบเศรษฐกิจและระบบสิ่งแวดล้อม



สำหรับสินค้านั้น การไหลเวียนสามารถอธิบายได้โดยสมการทางบัญชี (Material Balance or Supply-Use Balance)

Domestic Production + M = Intermediate Use +C + CF + X

- โดย กำหนดให้
- M = การนำเข้า
 - C = การบริโภค
 - CF = มูลค่าการสะสมทุนทั้งหมด
 - X = การส่งออก

ดังนั้น ด้านการจัดหา (Supply) จะสมดุลกับด้านการใช้ (Use)

ในขณะที่การไหลเวียนของทรัพยากรธรรมชาติ จะเป็นการแสดงการได้มาของทรัพยากร (จากระบบสิ่งแวดล้อมไปสู่ระบบเศรษฐกิจ) และแสดงการจัดสรรและการใช้ทรัพยากรนั้น ไปในภาคการผลิตต่างๆ และการไหลเวียนของเศษเหลือจะแสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากระบบภาคการผลิตต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจและการทิ้งของเสียนั้นสู่ระบบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 2-2 : บัญชีการไหลเวียน (Physical Flow Account)

Million tonnes						
	production	Final consumption	Capital formation	Rest of the world	Total for the economy	Total for the environment
Supply						
Products	551			150	701	
Natural resources						264
Ecosystem input						147
Residuals	280	48	73	14	415	
Net accumulation	0	17	72	-51	38	-38
Total Supply	831	65	145	113	1154	373
Use						
Products	442	39	119	101	701	
Natural resources	261	2		1	264	
Ecosystem input	121	24		2	147	
Residuals	7		26	9	42	373
Total use	831	65	145	113	1154	373

ที่มา : SEEAland data set (abridged version of Table 3.13), UN (2003)

3.1.1 บัญชีค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

บัญชีรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นบัญชีที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้จ่ายเพื่อปกป้องและดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งรายจ่ายทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ จะถูกรวมไว้ในบัญชีประชาชาติหลักแล้ว แต่การจัดทำบัญชีรายจ่ายนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดหมวดหมู่รายจ่ายต่างๆใหม่ และเพื่อแสดงรายละเอียดของรายจ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อมให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น โดยปกติแล้วรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่

- 1) แบ่งตามผู้จ่าย สามารถแบ่งได้เป็น
 - ภาคเอกชนเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม (Specialist)
 - ภาคเอกชนทั่วไป
 - ภาคครัวเรือน
 - ภาครัฐบาล
 - ภาคต่างประเทศ
- 2) แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้จ่าย สามารถแบ่งได้เป็น
 - รายจ่ายเพื่อการปกป้องคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental protection expenditure)
 - รายจ่ายเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Management of natural resources)
 - รายจ่ายเพื่อประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmentally beneficial activities) เช่น รายจ่ายเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อม (damage avoidance) และรายจ่ายเพื่อลดผลเสียด้านสิ่งแวดล้อม (treatment)
 - รายจ่ายเพื่อปกป้องความเสียหายจากภัยธรรมชาติ (Minimization of natural hazard)
- 3) แบ่งตามลักษณะของการใช้จ่าย สามารถแบ่งได้เป็น
 - รายจ่ายประจำ (Consumption or Current expenditure)
 - รายจ่ายในการซื้อสินค้าทุน (Capital expenditure)

ตารางที่ 2-3 : บัญชีค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อม

Million currency units

	Specialist producers	Other producers	Consumers		Rest of the world	Total
			House -holds	General govern- ment		
1. Use of environment Protection services						
a. Intermediate consumption (non-ancillary production)	NR	3400				3400
b. Intermediate consumption (ancillary production)		4000				4000
c. Final consumption			2970	1800		4770
d. Capital formation	NR	100				100
2. Use of cleaner and connected products						
a. Intermediate consumption	NR	200				200
b. Final consumption			600			600
c. Capital formation	NR					
3. Capital formation for environment protection	2100	2500				4600
4. Specific transfers not included in items 1 to 3						
a. Current	NR				300	300
b. Capital						
5. Total uses	2100	10200	3570	1800	300	17970
6. Of which financed by the rest of the world				100		100
7. National expenditure for environment protection	2100	10200	3570	1800	300	17870

ที่มา : SEEA land data set

UN (2003)

3.1.2 บัญชีแสดงสินทรัพย์

ตามการจำแนกของ SEEA สินทรัพย์สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ได้แก่

- 1) บัญชีสินทรัพย์ที่เป็นผลผลิต (Produced assets) เช่น สินทรัพย์ที่เกิดจากการเพาะปลูกหรือการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ซึ่งต้องมีการเข้ามาบริหารจัดการให้เกิดผลผลิต ซึ่งสินทรัพย์ส่วนนี้ จะเป็นสินทรัพย์เช่นเดียวกับบัญชี SNA
- 2) บัญชีสินทรัพย์ที่ไม่เป็นผลผลิต (Non-produced assets) เป็นสินทรัพย์ที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural assets) สามารถนำไปเป็นปัจจัยเพื่อการผลิตได้ แต่ยังไม่ได้นำไปสร้างผลผลิตแบ่งออกได้เป็น

- 2.1) ทรัพยากรธรรมชาติที่ผลิตใหม่ไม่ได้ (Non-renewable resources) เช่น

พื้นที่ดิน (Land) ป่าไม้ที่ไม่ได้ปลูกเอง (Uncultivated forest) ดินแร่ต่างๆ (Subsoil) เป็นต้น
- 2.2) ทรัพยากรธรรมชาติที่ผลิตใหม่ได้ (Renewable resources) เช่น ป่าไม้

การประมง และทรัพยากรทางน้ำ เป็นต้น

2.3) บัญชีสินทรัพย์ทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environment assets) เป็นบัญชีสินทรัพย์ที่ไม่เป็นผลผลิตอยู่ในมิติทางกายภาพ เช่น อากาศ น้ำ และพื้นที่ดินที่เป็นปัจจัยด้านนิเวศ เป็นต้น ทั้งนี้ โดยทั่วไปแล้ว บัญชีแสดงสินทรัพย์จะบันทึกสต็อกเริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงในสินทรัพย์นั้นๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และสต็อกปลายปี (ทั้งนี้รายละเอียดปลีกย่อยอาจจะแตกต่างกันไปตามแต่ประเภทหรือชนิดของสินทรัพย์)

ตารางที่ 2-4 : โครงสร้างโดยทั่วไปของบัญชีสินทรัพย์

	Produced asset	Natural resource stocks				Land
		Mineral and energy	Water	Biological resources		
				produced	non produced	
Opening stocks						
<i>Changes due to transaction</i>						
Gross fixed capital improvement						
Changes in inventories						
Of which work in progress on cultivated assets						
Consumption of fixed capital						
Acquisitions less disposals of non-produced assets						
<i>Additions to stock levels</i>						
Discoveries						
Reclassifications due to quality change						
Reclassifications due to change of functions						
Natural growth						
<i>Deductions from stock level</i>						
Extraction of natural resources						
Reclassifications due to quality change						
Reclassifications due to change of functions						
Environmental degradation of non-produced assets						
<i>Other changes in stock level</i>						
Catastrophic losses and uncompensated seizures						
Degradation of produced assets						
Nominal holding gains/losses						
Change in classifications and structure						
Closing stocks						

ที่มา : UN (2003)

ตารางที่ 2-5 : รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงของสินทรัพย์ทรัพยากรธรรมชาติชนิดต่างๆ

	Mineral and energy resources	Soil resources	Water resources
Stock levels	Quantity possible Value possible	Quantity possible Value possible	Quantity possible (at least partially)
			Value doubtful, some included with land
<i>Change due to transactions</i>			
Gross capital formation [Gross fixed capital formation and Changes in inventories]			
Consumption of fixed capital			
Acquisitions less disposals of non-produced assets	Theoretically possible	Included with land	Unlikely except as included with land
<i>Additions to stock levels</i>			
New additions [Discoveries and Natural growth]	Discoveries		Natural inflows, precipitation, returns of abstracted water
Reclassifications due to quality change	Reappraisals (e.g., probable to proven)		
Reclassifications due to change of functions			
<i>Other changes in stock levels</i>			
Catastrophic losses and Uncompensated seizures	Unlikely	Possible	Possible
Valuation changes	Probable	Included with land	Probably not relevant
Changes in classifications and structure	possible	Included with land	Possible

ที่มา : UN (2003)

ตารางที่ 2-5 : รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงของสินทรัพย์ทรัพยากรธรรมชาติชนิดต่างๆ (ต่อ)

Biological resources		Land and surface water	Ecosystems
Cultivated	Non- cultivated		
Quantity possible Value possible	Quantity usually possible Value usually possible	Quantity possible Value possible	Some quantity measures may be possible (e.g., area) Value usually possible only as part of the value of a composite asset
Growth (positive) Harvesting (negative) Natural death (negative)		Land improvement	
May be subsumed under harvesting		Decline in value of improvement to land	
Not applicable	Theoretically possible	Occurs regularly	
Possible conversion from non-cultivated status	Growth Possible conversion from cultivated status		possible
			possible
		From one land category to another	possible
Possible conversion to non-cultivated status	Harvesting Natural death		possible
		From one land category to another	
possible	possible	possible	possible
Probable	Probable	Probable	Not relevant
possible	possible	possible	

ที่มา : UN (2003)

ในการประเมินมูลค่าของทรัพยากรธรรมชาตินั้น สามารถทำได้โดยหลักๆ 3 วิธี⁷ คือ วิธีการหามูลค่าปัจจุบัน (Present-value method) การหาราคาสูทธิ (Net-price method) และการหาต้นทุนผู้ใช้ (User cost allowance)

วิธีการหามูลค่าปัจจุบัน เป็นการหามูลค่าของทรัพยากร โดยการหามูลค่าปัจจุบันของประโยชน์ที่จะได้รับจากทรัพยากรนั้น (อาจจะเป็นในรูปของกระแสรายรับสุทธิที่คาดว่าจะได้รับ) ในทางทฤษฎีแล้ววิธีนี้เป็นวิธีการประเมินค่าที่ถูกต้องที่สุด แต่เนื่องจากข้อจำกัดในการคาดการณ์ประโยชน์ที่จะได้รับจากทรัพยากรในอนาคต รวมทั้งอัตราดอกเบี้ยที่นำมาคิดลดมูลค่าในอนาคต ทำให้วิธีนี้ไม่ได้รับความนิยมในการประเมินมูลค่าทรัพยากร

วิธีการหาราคาสูทธินั้น มูลค่าของทรัพยากรหนึ่งหน่วยจะเท่ากับส่วนต่างของราคาทรัพยากรและต้นทุนในการหาทรัพยากร การประเมินมูลค่าโดยวิธีนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานของ Hotelling rent assumption คือ ในตลาดแข่งขันสมบูรณ์ราคาของทรัพยากรธรรมชาติจะเพิ่มขึ้นตามอัตราดอกเบี้ยของทางเลือกอื่นในการลงทุน ดังนั้นความแตกต่างระหว่างราคาของทรัพยากรและต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการหาทรัพยากร จะสะท้อนถึงมูลค่าต่อหน่วยของทรัพยากร การประเมินมูลค่าทรัพยากรโดยวิธีนี้มีจุดเด่นคือ ไม่ต้องใช้การคาดการณ์ประโยชน์ของทรัพยากรในอนาคต จึงทำให้ได้รับความนิยมค่อนข้างสูง

วิธีการหาต้นทุนผู้ใช้ เป็นการประมาณมูลค่าปัจจุบันของประโยชน์ในอนาคตของทรัพยากรโดยสมมติว่า รายได้ที่ได้จากการขายทรัพยากรในปัจจุบัน จะถูกนำไปลงทุนเพื่อให้ได้ผลตอบแทน มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่ได้ในอนาคตจนกระทั่งทรัพยากรถูกใช้ไปจนหมดจะเท่ากับมูลค่าของทรัพยากร แต่การประมาณโดยวิธีดังกล่าว ก็ขึ้นอยู่กับ การกำหนดค่าอัตราดอกเบี้ยส่วนลด และอายุการใช้งานของทรัพยากรทั้งหมด (ประมาณการที่อัตราการใช้ทรัพยากรในปัจจุบัน)

จากบัญชีต่างๆที่ได้อธิบายมูลค่าของการใช้ทรัพยากรธรรมชาตินั้นสามารถทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทรัพยากรธรรมชาติและความละเอียดของข้อมูลที่สามารถหาได้ ในส่วนของทรัพยากรป่าไม้ นั้น การปรับค่าสามารถทำได้โดยการคิดรวมการเปลี่ยนแปลงในมูลค่าของสินทรัพย์ทรัพยากรป่าไม้ (Depletion of developed natural assets) เข้ากับรายได้ประชาชาติและถ้าข้อมูลมีความละเอียดเพียงพอ ก็สามารถแจกแจงการเปลี่ยนแปลงในมูลค่าของสินทรัพย์ทรัพยากรป่าไม้ ออกเป็น การทำไม้ และการเติบโตของป่าไม้

ในส่วนของการใช้จ่ายด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมนั้น ในการลงบัญชีประชาชาติรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของภาครัฐและครัวเรือน จะถูกบันทึกเป็นรายจ่ายการบริโภค (Government consumption and Household consumption) ซึ่งทั้งสองรายการนี้จะถูกนับรวมในรายได้ประชาชาติ ในขณะที่ถ้าเป็นภาคการผลิตสินค้า รายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะถูกจัดอยู่ในการบริโภคขั้นกลาง (Intermediate consumption) ซึ่งไม่ได้นำมาคำนวณเป็นมูลค่าเพิ่มในการผลิต

⁷ สามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้ใน Hecht (2005)

สินค้า ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดทำบัญชีรายได้ประชาชาตินั้น มีความไม่สอดคล้องกันระหว่างรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่จ่ายโดยภาครัฐ ครัวเรือน และภาคการผลิต ในการแก้ไขนั้นไม่สามารถทำได้โดยการหักรายจ่ายของรัฐบาลและครัวเรือนออกเพียงเท่านั้น เพราะจะทำให้เกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างการหารายได้ประชาชาติโดยวิธีต่างๆ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับโดยการจัดหมวดหมู่รายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใหม่

ตามรูปแบบของ SEEA รายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะถูกมองว่าเป็นเงินที่จ่ายเพื่อรักษาสภาพของสินทรัพย์ (Consumption of fixed capital) ไม่ใช่รายจ่ายเพื่อการบริโภค ดังนั้นในการคำนวณ GDP จะต้องย้ายรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของภาครัฐและครัวเรือนออกจากรายจ่ายเพื่อการบริโภค ไปใส่ในส่วนของการสะสมทุน อีกทั้งยังต้องเพิ่มรายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของภาคการผลิต (ซึ่งเดิมนั้นถูกหักออกเป็น Intermediate consumption) เข้าไปในส่วนของการสะสมทุน แต่ในการคำนวณ NDP จาก GDP นั้น รายจ่ายด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่กล่าวมา จะต้องถูกนำมาหักออก เนื่องจากเป็นค่าเสื่อมราคา (Consumption of fixed capital) และหลังจากปรับด้วยการสูญสลายของทรัพยากรธรรมชาติจะได้ผลผลิตในประเทศสุทธิที่ปรับด้วยต้นทุนสิ่งแวดล้อม (Depletion-adjusted NDP)

ตารางที่ 2-6 : การปรับรายได้ประชาชาติตามระบบ SEEA

GDP (gross domestic product)

Less consumption of fixed capital

equals NDP (net domestic product)

less any damage adjustments to asset valuation not included in consumption of fixed capital

less depletion of natural resource

equals dpNDP (depletion-adjusted NDP)

equals depletion-adjusted national income

less pollution damage to human health

equals daNNI (damage-adjusted national income)

ที่มา : UN (2003)

ตารางที่ 2-7 : ตัวอย่างการปรับรายได้ประชาชาติของประเทศสวีเดน

Millions of Millions of \$US at 2000 prices

	1993	1997
NDP	180,550	202,470
Total adjustments	-1,960	-1,900
Depletion of metallic ores	-135	-160
Degradation of ecosystems	-200	-190
Exploitation of biological resources	-15	-15
Increased depreciation of produced capital	-270	-205
Expenditures aimed at maintaining natural capital	-1,340	-1,330
Environmentally adjusted domestic produce (EDP)	178,587	200,568

ที่มา : Skanberg, 2001

UN (2003)

ในส่วนสุดท้าย เป็นการปรับรายได้ประชาชาติด้วยความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยการคำนวณค่าความเสื่อมโทรมก็สามารถหาได้ ทั้งจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความเสื่อมโทรม (เช่น ผลกระทบของมลภาวะทางอากาศต่อสุขภาพของประชาชน เป็นต้น) หรือคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการหลีกเลี่ยงผลกระทบนั้น (เช่น ค่าใช้จ่ายในการบำบัดมลภาวะทางอากาศ เป็นต้น) โดยหลักแล้วก็นำค่าความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมาหักออกจากผลผลิตในประเทศสุทธิ (Depletion-adjusted NDP) หรือโดยคำจำกัดความตาม SNA เท่ากับรายได้ประชาชาติที่ปรับด้วยความเสื่อมโทรมของทรัพยากรแล้ว (Depletion-adjusted National Income) หลังจากหักด้วยต้นทุนที่เกิดจากมลพิษที่กระทบต่อสุขภาพประชาชน เช่น เกิดค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพต่อครัวเรือนและต่อรัฐบาลในการรักษา เป็นต้น จะได้รายได้ประชาชาติที่ปรับด้วยต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว (Degradation-adjusted National Income)

ในการศึกษาเพื่อจัดทำ SEEA เรานำบัญชีทรัพยากรน้ำ ป่าไม้ ทรัพยากรได้พิภพ และพลังงาน เชื่อมโยงกับระบบบัญชีรายได้ประชาชาติ เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของการใช้ทรัพยากรฯ ทั้งด้านอุปสงค์และอุปทาน ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจไทยในภาพรวม ในการจัดทำเป็นการสร้างระบบบัญชีใหม่ขึ้นมา เรียกว่า "ระบบบัญชีเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม (System of Integrated Environmental and Economic Accounting - SEEA)" แนวคิดหลักก็คือ นำบัญชีประชาชาติและบัญชีทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมเข้าด้วยกัน ในการสร้าง SEEA จะนำบัญชีประชาชาติที่ประกอบด้วย ผลผลิตรวมของประเทศ (Output) การบริโภคสินค้าขั้นกลาง (Intermediate Consumption) การสะสมทุนเบื้องต้น (Gross Capital Formation) มูลค่าเพิ่ม (Valued added) การนำเข้า (Import) การส่งออก (Export) และการ

บริโภคขั้นสุดท้าย (Final Consumption) ไปผนวกรวมกับบัญชีทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกสร้างขึ้น โดยส่วนที่ 1 แสดงถึงบัญชีรายได้ประชาชาติที่ถูกโยกไปสู่ส่วนที่ 2 ซึ่งแสดงถึงสาขาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสาขาการผลิตในบัญชีประชาชาติ ข้อมูลในส่วนที่ 2 นี้ จะถูกนำไปคำนวณการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติในส่วนที่ 4 และคำนวณบัญชีทางกายภาพและการเงิน แสดงในส่วนที่ 3 สำหรับส่วนที่ 5 เป็นการนำฐานข้อมูลทางทรัพยากรธรรมชาติมาคำนวณบัญชีทางกายภาพและการเงินในส่วนที่ 3

ในภาพรวมของระบบบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อมฯ การเชื่อมโยงระหว่างด้านการไหลเวียน (Flow) สต็อก (Stock) เป็นการแลกเปลี่ยนพลังงาน – สสารระหว่างกันและกันในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นทั้งแหล่งที่มา (Source) และแหล่งรองรับ (Sink) ของพลังงาน – สสาร – ส่วนที่เหลือจากกระบวนการผลิต – บริโภค และอาจสามารถวัดในหน่วยของคาร์บอน (Carbon monoxide Equivalent)

Handbook (2003) เสนอแนะให้จัดทำบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อม ฯ ที่แสดงถึงการไหลเวียน และสต็อกประกอบด้วยบัญชีการผลิตและอุปทาน (Production and Supply Account) ที่มีปัจจัยการผลิต ทั้งขั้นปฐมและขั้นกลางที่สามารถคำนวณมูลค่าเพิ่ม (Gross Value Added) ของการผลิตภายในประเทศ ได้

นอกจากนั้น บัญชีการกระจายผลผลิตและรายได้ (Output Distribution and use Account) เป็น ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง – และขั้นสุดท้ายของสถาบันทางเศรษฐกิจต่าง ๆ (ครัวเรือน หน่วยธุรกิจ รัฐบาล ภาคต่างประเทศ ฯลฯ)

บัญชีรายได้ (Income Account) คือการประเมินรายได้จากการถือครองทรัพย์สิน (ทุน ที่ดิน และ แรงงาน) ของสถาบันทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ในรูปรายได้ ค่าเช่า การโอนให้ ภาษี เงินประกันสังคม เงินบริจาค และการออม (Saving) ของสถาบัน ฯ เหล่านี้

บัญชีการสะสม (Accumulation Account) แสดงถึงการไหลเวียน (flow) ของสต็อกทุน (Capital Asset) ทางกายภาพและทางการเงิน

3.2 ผลงานที่เกี่ยวข้องในอดีต

ประสบการณ์ของการจัดทำบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อมในแนวทางข้างต้น มีการประชุม เติงปฏิบัติการ ณ ประเทศฟิลิปปินส์ในปี ค.ศ.2000 (พ.ศ.2543) ร่วมกันระหว่างสำนักงานคณะกรรมการ สถิติแห่งชาติ (NSDB) ของประเทศฟิลิปปินส์ร่วมกับแผนกสถิติองค์การสหประชาชาติ (UNSA) และ โครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) ซึ่งทำให้พบว่า ประเทศออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย จีน และเวียดนาม มีการจัดทำบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อม – ทรัพยากรธรรมชาติในระดับหนึ่งแล้ว เช่น บัญชีพลังงาน (น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ) บัญชีน้ำ บัญชีป่าไม้ บัญชีเหมืองแร่ บัญชีเรื่องดินและที่ดิน บัญชีมลพิษบางชนิดและขยะ นอกจากนี้ประเทศมาเลเซีย มองโกเลีย สิงคโปร์ และฮ่องกง ต่างก็ได้ จัดทำบัญชีทรัพยากร ฯ ในระดับต่าง ๆ เช่นเดียวกัน

สำหรับประเทศไทย ได้มีการศึกษาที่สำคัญและมีประเด็นสอดคล้องกับการจัดทำบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อม – ทรัพยากรธรรมชาติไว้บ้างแล้ว ได้แก่ การจัดทำเมตริกซ์บัญชีสังคม (Social Accounting Matrix) ในปี พ.ศ. 2541 ที่มีการบรรจุสิ่งแวดล้อม – ทรัพยากรธรรมชาติ (Extended Environmental Social Account Matrix - ESAM) อันประกอบด้วยบัญชีต่าง ๆ ดังนี้

- 1) บัญชีกิจกรรมการผลิตและบัญชีสินค้าที่เป็นองค์ประกอบของอุปทานและการใช้ (Supply-Use)
- 2) บัญชีสถาบันทางเศรษฐกิจ สังคม ได้แก่ ครัวเรือน บริษัทเอกชน และรัฐบาล เป็นต้น
- 3) บัญชีปัจจัยการผลิตและรายได้ ประกอบด้วย บัญชีค่าจ้าง รายได้ที่มาจากกิจกรรมไม่ใช่ในติบุคคล รายได้จากการทำธุรกรรมทางการเกษตร รายได้จากอสังหาริมทรัพย์ กำไร และค่าเสื่อมราคา
- 4) บัญชีการสะสมทุน
- 5) บัญชีภาษี
- 6) บัญชีต้นทุนสิ่งแวดล้อม
- 7) บัญชีภาคต่างประเทศ

บัญชี ESAM (Reinert, K. A และ David W. Roland – Host 1991) เป็นบัญชีที่บันทึกการรับที่สมดุลกับรายจ่าย โดยมีบัญชีต้นทุนสิ่งแวดล้อมบรรจุเป็นส่วนหนึ่งของ ESAM (มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย 2001 - 2002)

ศูนย์บริการวิชาการเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เสนอการเตรียมการจัดทำบัญชีสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มเติมขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนสำหรับประเทศไทย (2005) ได้นำแนวคิดของ Handbook 2003 และ SNA 1993 ทำการจัดแบ่งกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ทรัพยากรน้ำผิวดิน ระบบนิเวศ ฯลฯ โดยได้เสนอแนวคิดในการสร้างบัญชีอุปทานและการใช้ (Supply and use Table) ในหน่วยกายภาพและหน่วยเงินตรา เสนอแนวทางการสร้างบัญชีสต็อก ทุน / สินทรัพย์ ที่วัดสต็อกเริ่มต้น – ปลายงวด (Opening and closing stocks) การขุดค้น (extraction) และค่าเช่า (Resource rent) เสนอแนวการสร้างบัญชีการใช้จ่ายเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อม บัญชีการเงินเพื่อสนับสนุนการปกป้องฯ และบัญชีต้นทุนการปกป้องสุทธิ และเสนอแนวทางการจัดทำบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อม / ทรัพยากรธรรมชาติ ที่ได้ปรับปรุงจากบัญชีรายได้ประชาชาติด้านการผลิตภายในประเทศ

บัญชีดังกล่าวมีองค์ประกอบ คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่มีการปรับด้วยค่าเสื่อมราคา การเสื่อมมูลค่าเนื่องจากการขุดค้นและใช้ไป (และการค้นพบทรัพยากรเพิ่มขึ้น) และสุดท้ายได้ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่มีการปรับต้นทุนการใช้แล้วหมดไปของทรัพยากร (Depletion adjusted domestic product)

กระทรวงสิ่งแวดล้อมญี่ปุ่น (2001) นำเสนอบัญชีเศรษฐกิจ – สิ่งแวดล้อม ๔ (Environment Accounting Guide book II) นำเสนอรายงานแนวทางการจัดทำระบบบัญชี ๔ ในระดับหน่วยธุรกิจ (Corporate Environment Accounting) ระดับโครงการ / ธุรกิจ โดยนำเสนอการเชื่อมโยงระหว่างการนำเข้าสู่ระบบ (Input) และการปล่อยมลภาวะจากกิจกรรมทางธุรกิจ-อุตสาหกรรม (flow) ลงลึกถึงระดับกระบวนการ (process) เพื่อเชื่อมโยงกิจกรรมกับสิ่งแวดล้อม ผลกระทบปลายทาง (Downstream) เกิดจากการใช้หรือบริโภคผลผลิตอุตสาหกรรม โดยกิจกรรมการกระจายผลิตภัณฑ์ (Material distribution) ซึ่งใช้พลังงานเป็นปัจจัยการผลิต ในขณะที่กระบวนการกำจัดหรือนำมาใช้ใหม่ (Disposal/recycling) ได้นำเอา By-product/waste จากการผลิตมาจัดการ และได้ทรัพยากรและการกำจัดเศษเหลือ (Residuals) ขึ้นสุดท้าย