ความหลากหลายทางชีวภาพและตัวชี้วัดในการประเมินความยั่งยืนตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

ดร.ธภัทร ศิลาเลิศรักษา

Life Cycle Sustainability Assessment Lab (LCSAL)

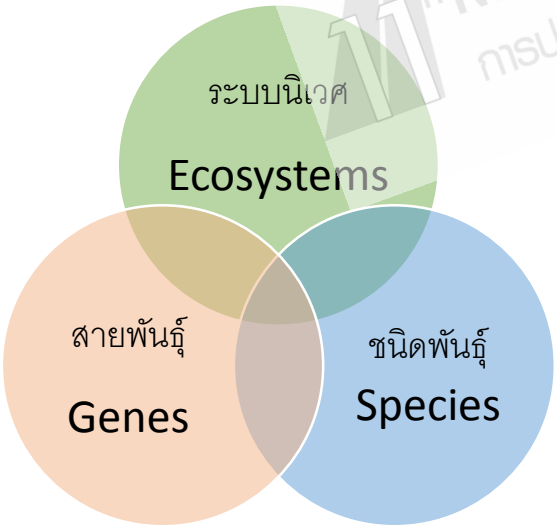
The Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE)

King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)

@ NAC2015

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity หรือ Biological diversity)

หมายถึง การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิด นานาพันธุ์ในระบบนิเวศ (ecosystem) อันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งมีมากมายและแตกต่างกันไปทั่วโลก หรือก็คือ การที่มีชนิดพันธุ์ (species) สายพันธุ์ (genetic) และระบบนิเวศ (ecosystem) ที่แตกต่างหลากหลายกันไปบนโลก (Source: ONEP)



11th NSTDA Annual Conference
การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ 11
www.nstda.or.th/nac2015

ความหลากหลายทางชีวภาพสำคัญอย่างไร ?

- **ความหลากหลายทางชีวภาพระหว่างสายพันธุ์ (genetic)**
  - เช่น ในการเกษตรความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์พืชและสัตว์ต่างๆ ทำให้เรามีทางเลือกของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น ข้าวจ้าว/ข้าวเหนียว ไก่พันธุ์เนื้อ/พันธุ์ไข่ วัวพันธุ์เนื้อ/พันธุ์นม
- **ความหลากหลายระหว่างชนิดพันธุ์ (Species)**
  - เช่น ความแตกต่างระหว่างพืชและสัตว์ต่างๆ ทั้งที่อยู่ใกล้ตัวและที่อยู่ในป่า โดยเหล่านี้มนุษย์ได้นำเอาสิ่งมีชีวิตมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และอุตสาหกรรม
- **ความหลากหลายระหว่างระบบนิเวศ (Ecosystems)**
  - เช่น ความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นธรรมชาติ เช่น ป่าดิบดิบ ทุ่งหญ้า ป่าชายเลน ทะเล แนวปะการัง และที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ทุ่งนา อ่างเก็บน้ำ หรือกระทั่งชุมชนเมือง ซึ่งทำให้โลกมีถิ่นที่อยู่อาศัยเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตต่างๆ
  - ระบบนิเวศแต่ละประเภทก็จะให้ประโยชน์แก่การดำรงอยู่ของมนุษย์ได้แตกต่างกัน หรือที่เรียกว่า **การบริการจากระบบนิเวศ (Ecosystem services)**

NAC2015 NSTDA Annual Conference

การบริการจากระบบนิเวศ (Ecosystem Services)

- อาจเรียกว่า “Environmental services” or “Ecological services”
- หมายถึง ประโยชน์ที่มนุษย์หรือระบบเศรษฐกิจได้รับจากระบบนิเวศต่างๆ เช่น น้ำจืด ไม้ ปลา พืชอาหาร พืชพลังงาน แหล่งของสายพันธุ์พืชสัตว์ต่างๆ การควบคุมสภาพภูมิอากาศ การป้องกันอันตรายจากภัยธรรมชาติ การควบคุมการสึกกร่อนของดิน สุนทรียภาพ และการพักผ่อนหย่อนใจ

ตัวอย่างของระบบนิเวศ (Ecosystems)

- ป่าไม้เขตต่างๆ
- ทุ่งหญ้า
- ทะเลทราย
- แนวปะการัง
- พื้นที่ชุ่มน้ำ
- ระบบนิเวศทางน้ำต่างๆ
- สวนสาธารณะในเมือง
- ทุ่งนา และพื้นที่เพาะปลูกการเกษตรต่างๆ

Coral reefs are among the most biodiverse ecosystems. Richard Whitcombe/Shutterstock.com

การบริการจากระบบนิเวศของป่าไม้

(1) คุณค่าในการให้ปัจจัยในการดำรงชีวิต

- เป็นแหล่งทรัพยากร เช่น อาหาร น้ำสะอาด ยารักษาโรค ไม้ เส้นใย พลังงาน และอื่นๆ เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับสินค้าอุปโภคบริโภคกว่า 5,000 ชนิด
- สองในสามของเมืองใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนาทั่วโลก ต้องอาศัยน้ำจากป่าต้นน้ำ และพื้นที่คุ้มครองในการผลิตน้ำดื่ม

(2) ควบคุมและรักษาสมดุลกระบวนการในธรรมชาติ

- เช่น วัฏจักรน้ำ/อากาศ การผสมเกสร การควบคุมสภาพภูมิอากาศ

(3) คุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม

- ผลประโยชน์และคุณค่าที่ไม่ใช่วัตถุ เช่น เป็นที่มาของวัฒนธรรม ความเชื่อ ศิลปะ การพักผ่อนหย่อนใจ และเป็นปัจจัยกำหนดวัฒนธรรมของชุมชนพื้นเมือง และชุมชนท้องถิ่น

(4) บริการสนับสนุน

- บริการจากระบบนิเวศที่จำเป็นสำหรับการผลิตและสนับสนุนบริการอื่นๆ ของระบบนิเวศ
- เช่น การผลิตชีวมวลชั้นปฐมภูมิ การผลิตออกซิเจน การสร้างและการคงตัวของชั้นดิน การหมุนเวียนธาตุอาหาร และการเป็นที่อยู่อาศัยของชนิดพันธุ์ในธรรมชาติ

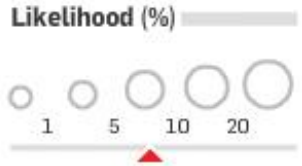
Source: Millenium Ecosystem Assessment (2005)

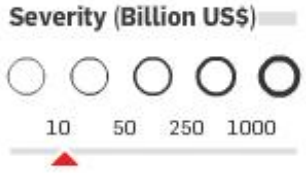
NAC2015 NSTDA Annual Conference

Global Risk Interconnection Map 2010

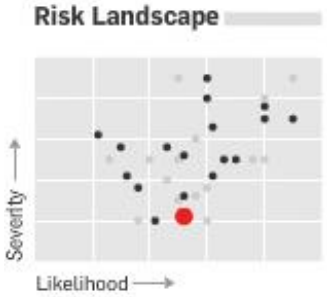
Biodiversity loss

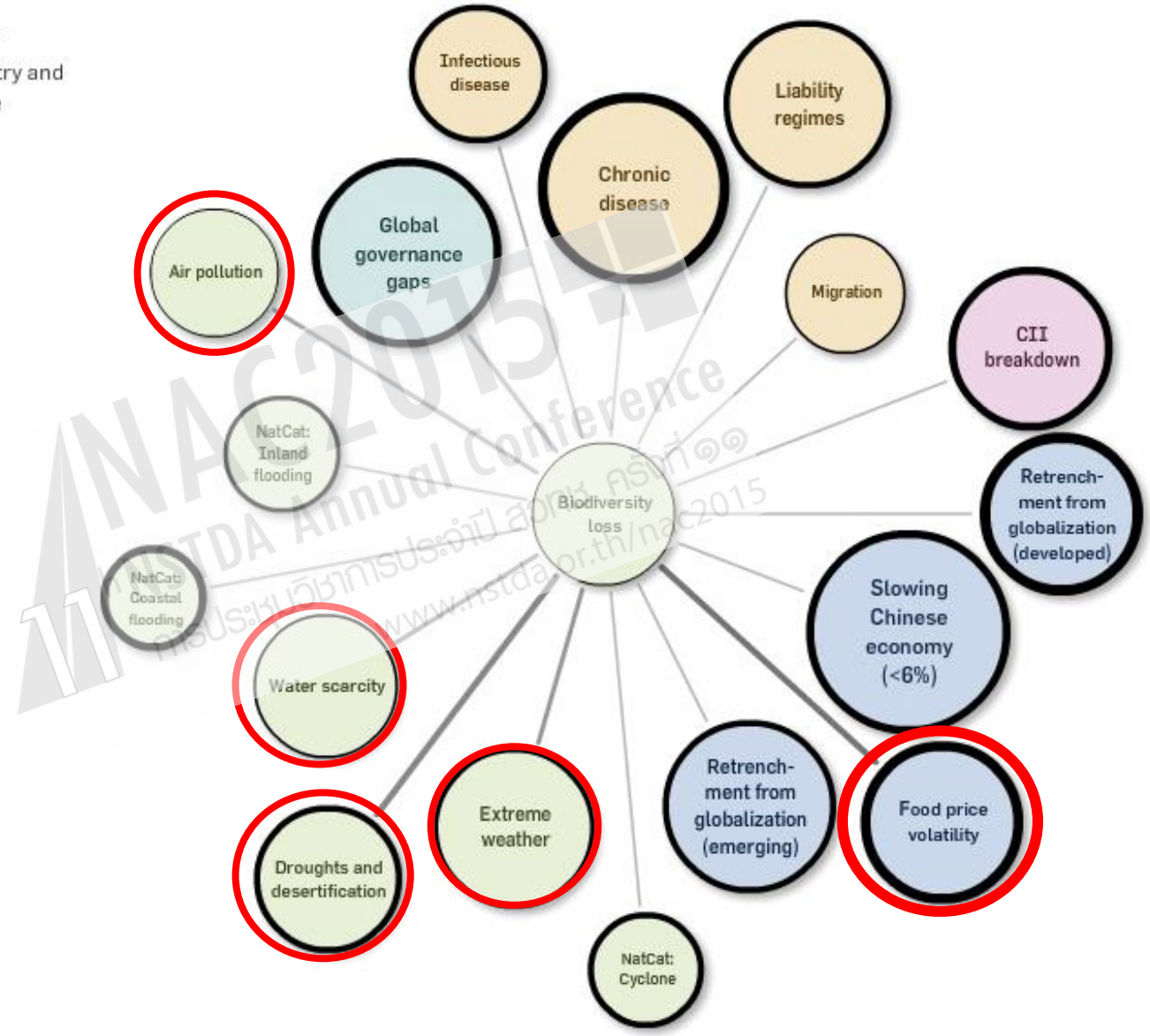
Degradation of biodiversity results in severely depleted stocks of resources in fishery, forestry and other bioservices with potentially irreversible consequences for the environment.





Severity and likelihood were addressed over a 10 year time frame





Source: World Economic Forum 2010

Source: Biodiversity and business risk, World Economic Forum (2010)

Business risks from biodiversity loss

Type of risk	Examples
Operational & Physical risk	• **Reduced productivity and higher production costs** e.g. agricultural production down and commodity prices up due to pollinator scarcity; damage to watersheds reducing access to clean water • **Damage to assets** e.g. floods due to loss of wetlands
Regulatory & legal	• **Prohibition on access to resources** e.g. fishing, tourisms • **Increased fees, access restrictions, or schemes requiring compensation** to offset environmental damages
Reputational	• **Consumer boycotts** in response to supply chain management – reducing the value of existing assets • **Local communities oppose** consents for continued operation
Customers and markets	• **Shift in consumer demand towards** products with "demonstrated" or certified lower impacts on biodiversity and ecosystems
Finance	• Prospects of any of the above risks can **undermine creditworthiness and drive up costs of capital** • Rising ecological risks push up **costs of insurance** • **Verification costs** to ensure that the products are sourced in conformance with environmental regulation and standards

Source: Stephenson (2012) in OECD-Business, Biodiversity and Ecosystem Services

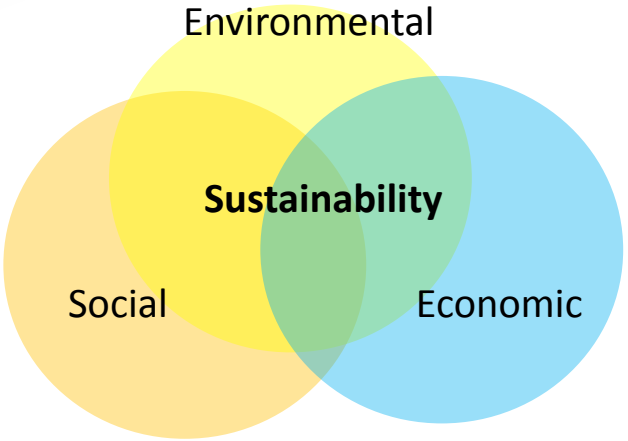
ความยั่งยืน (Sustainability)

Sustainable Sugarcane Sector (Bonsucro)

*"(1) Producers are strong **economic operators** that thrive*
*(2) All stakeholders **work together** to support the growth of sector*
*(3) All workers engage **freely and safely** in professional activities in the sugarcane sector*
*(4) Sugarcane sector does not contribute to **climate change***
*(5) **Natural resources and biodiversity** are preserved and maintained for this and future generations"*

Global Bioenergy Partnership

*"The development and deployment of modern bioenergy should be based on the principles reflected in a **common set of sustainability indicators** that can be applied by individual countries or communities to meet today's needs, including the needs of the poor, without compromising the ability of a society to meet its future needs"*



BEFS

***Bioenergy production** should be environmentally, socially and economically **sustainable** and it should safeguard, if possible, **foster food security**.*

Sustainability aspects addressed in different initiatives

	REGULATORY FRAMEWORKS								VOLUNTARY STANDARDS / CERTIFICATION SCHEMES												SCORECARDS	
	Biofuels Life Cycle Assessment Ordinance (BLCAO) - Swiss Confederation	Biomass Sustainability Order (BioNachV) - Germany	EU Renewable Energy Directive (RED)	Low Carbon Fuel Standard (LCFS) - California (USA)	Renewable Fuel Standard (RFS2) - USA	Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO) - UK	Social Fuel Seal - Brazil	Testing Framework for Sustainable Biomass ("Cramer Criteria") - The Netherlands	Basel Criteria for Responsible Soy Production	BonsucRo (BSI)	Council on Sustainable Biomass Production (CSBP)	Forest Stewardship Council (FSC)	Global Bioenergy Partnership (GBEP)	Green Gold Label 2: Agriculture	International Sustainability & Carbon Certification (ISCC)	Nordic Ecolabelling of Fuels	Roundtable on Responsible Soy (RTRS)	Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB)	Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)	SEKAB Verified Sustainable Ethanol Initiative	Sustainable Biodiesel Alliance (SBA)	IDB Biofuels Sustainability Scorecard	WB/WWF Biofuels Environmental Sustainability Scorecard
1. ENVIRONMENTAL																						
1.1 Land-use changes (both direct and indirect)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.2 Biodiversity and ecosystem services	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.3 Productive capacity of land	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.4 Crop management and agrochemical use	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.5 Water availability and quality	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.6 GHG emissions	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.7 Air quality	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.8 Waste management	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
1.9 Environmental sustainability (cross-cutting)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2. SOCIO-ECONOMIC																						
2.1 Land tenure/access and displacement	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.2 Rural and social development	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.3 Access to water and other natural resources	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.4 Employment, wages and labour conditions	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.5 Human health and safety	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.6 Energy security and access	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.7 Good management practices and continuous improvement	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
2.8 Social sustainability (cross-cutting)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3. GOVERNANCE																						
3.1 Compliance	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
3.2 Participation and transparency	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4. FOOD SECURITY																						
4.1 Food availability	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4.2 Food access	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4.3 Food utilization	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4.4 Food stability	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
4.5 Food security (cross-cutting)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

DISCLAIMER: This table aims to provide an overview of the sustainability aspects/issues directly or indirectly addressed under each initiative, without any evaluation of the associated approaches and requirements.

The BEFS *Compilation of Bioenergy Sustainability Initiatives* (2011) is available here: www.fao.org/energy/befs/compilation/

NAC 2015 NSTDA Annual Conference

Sustainability indicators for bioenergy

*"GBEP presents **24 indicators** of sustainability regarding the production and use of modern bioenergy to inform the development of national bioenergy policies and programmes and monitor the impact of these policies and programmes"*

Environmental	Social	Economic
1. Lifecycle GHG emissions 2. Soil quality 3. Harvest levels of wood resources 4. Emissions of non-GHG air pollutants, including air toxics 5. Water use and efficiency 6. Water quality **7. Biological diversity in the landscape** 8. Land use and land-use change related to bioenergy feedstock production	9. Allocation and tenure of land for new bioenergy production 10. Price and supply of a national food basket 11. Change in income 12. Jobs in the bioenergy sector 13. Change in unpaid time spent by women and children collecting biomass 14. Bioenergy used to expand access to modern energy services 15. Change in mortality and burden of disease attributable to indoor smoke 16. Incidence of occupational injury, illness and fatalities	17. Productivity 18. Net energy balance 19. Gross value added 20. Change in consumption of fossil fuels and traditional use of biomass 21. Training and requalification of the workforce 22. Energy diversity 23. Infrastructure and logistics for distribution of bioenergy 24. Capacity and flexibility of use of bioenergy

NAC2015 NSTDA Annual Conference

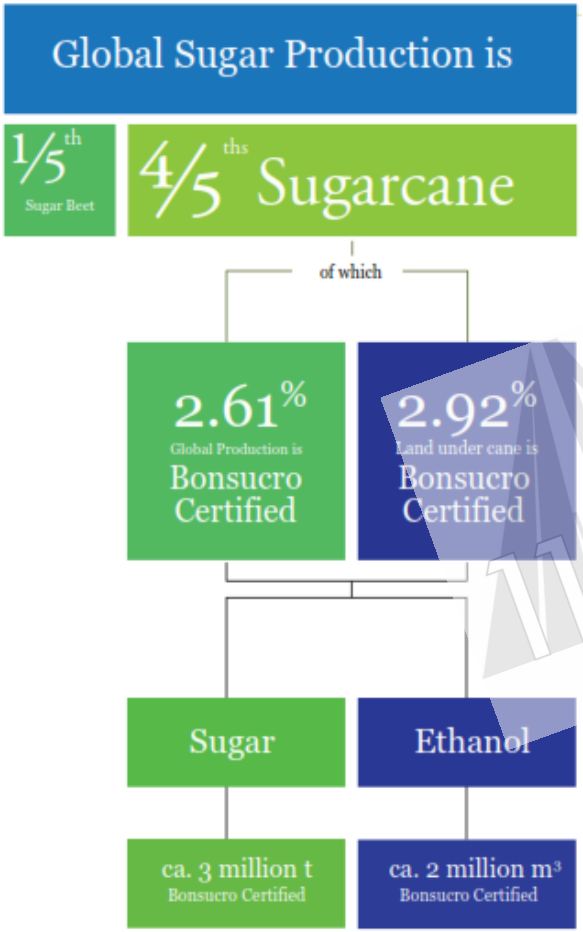
GBEP – Environmental Sustainability Indicators

Indicators	Unit	Comparisons with
1. Life cycle GHG emission	❑ kg CO_2eq/GJ	Fossil fuels, other energy sources
2. Soil quality	❑ % of land for which soil quality is maintained or improved out of total land on which bioenergy feedstock is cultivated/harvested	Other agricultural practices
3. Harvest levels of wood resources	❑ m^3 /ha-yr or ton/ha-yr	Fossil fuels and other energy sources
4. Emission of non-GHG air pollutants	❑ mg of air pollutants/ha ❑ mg of air pollutants/MJ	Fossil fuels and other energy sources
5. Water use and efficiency	❑ Percentage	Fossil fuels and other energy sources
6. Water quality	❑ kg-N/ha-yr or kg-P/ha-yr	Other types of agriculture and/or regional average for agricultural lands
7. Biological diversity and landscape	❑ **km^2 or % of HCV areas converted to bioenergy production**	**Fossil fuels and other energy sources**
8. Land use and land use change related to bioenergy feedstock production	❑ Total area of land for bioenergy (ha) ❑ % of bioenergy from yield increases, residues, wastes, degraded or contaminated areas ❑ % of land use for bioenergy	Fossil fuels and traditional use of biomass

Source: Hayashi et al. (2014)

NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

Bonsucro Production Standard



Source: Bonsucro (2013)

Bonsucro Production Standard consists of

6 Principles, 28 Criteria and 69 Indicators

1) *Obey the Law*
2) *Respect Human Rights and Labour Standards*
3) *Manage Input, Production and Processing Efficiencies to Enhance Sustainability*
4) ***Actively Manage Biodiversity and Ecosystem Services***
5) *Continuously Improve Key Areas of the Business*
6) *Additional Mandatory Requirement for Biofuels under EU-RED (2009/28/EC) and Revised Fuel Quality Directive (2009/30/ED)*

Principle 4-Actively Manage Biodiversity and Ecosystem Services

Criteria	Indicator	Relevant		Verifier	Standard
		Agri.	Processing & Milling		
4.1 To assess impacts of sugarcane enterprises on biodiversity and ecosystem services	4.1.1 Dissolved oxygen in receiving stream		x	ppm	≥ 2.5
	4.1.2 Percentage of areas defined internationally or nationally as legally protected or classified as High Conservation Value (HCV) areas planted to sugarcane after the cut-off date of 1 January 2008	x	x	%	0
	4.1.3 The key environmental issues are covered by an appropriate and implemented environmental impact and management plan (EIMP)	x	x	%	> 90%
	4.1.4 Ratio of N and P fertilizers applied (expressed in equivalent phosphate) to fertilizer N and P recommended by soil or leaf analysis (expressed in eq. phosphate)	x		dimensionless	< 1.05
	4.1.5 Agro-chemicals applied/ha/year	x		kg A.I./ha/yr	< 5
	4.1.6 Banned agro-chemicals applied/ha/year	x		kg A.I./ha/yr	0

NAC 2015 NSTDA Annual Conference www.nstda.or.th/nac2015

Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO)

RSPO environmental criteria

1. Aspects of plantation and mill management that have environmental impacts are identified, and plans to mitigate the negative impacts implemented and monitored, to demonstrate continual improvement
2. **The status of rare, threatened or endangered species and other High Conservation Value habitats, if any, that exist in the plantation or that could be affected by plantation or mill management, shall be identified and operations managed to ensure that they are maintained and/or enhance**
3. Waste is reduced, recycled, re-used and disposed in an environmentally and socially responsible manner
4. Efficiency of fossil fuel use
5. Use of fire for preparing land or replanting is avoided
6. Plans to reduce pollution and emissions, including GHGs, are developed, implemented and monitored

HCVs assessment

In order to comply with RSPO, the assessment of High Conservation Values and biodiversity management are required. To presents how the oil palm plantation (both of planting and new planting areas) effect to an important environmental and social values.

-HCV Forest Toolkit; ProForest, 2003-

http://www.hcvnetwork.org/,http://news.mongabay.com/2014/0522-watsa-balikpapan-zero-deforestation.html

การประเมินพื้นที่ที่มีคุณค่าสูงต่อการอนุรักษ์ (High Conservation Values Area)

- พื้นที่ที่มีคุณค่าสูงต่อการอนุรักษ์ (HCV) หมายถึง พื้นที่ที่มีคุณค่าต่อสังคม ประเพณี วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งควรค่าแก่การอนุรักษ์

หลักการ RSPO: ค้นหา → ทำแผนจัดการอนุรักษ์ → ติดตามผล

วัตถุประสงค์: (1) ควบคุมดูแลรักษา และ (2) ห้ามบุกรุกหรือปลูกปาล์มน้ำมันใหม่ในพื้นที่เหล่านั้น นับตั้งแต่เดือน พ.ย. 2548

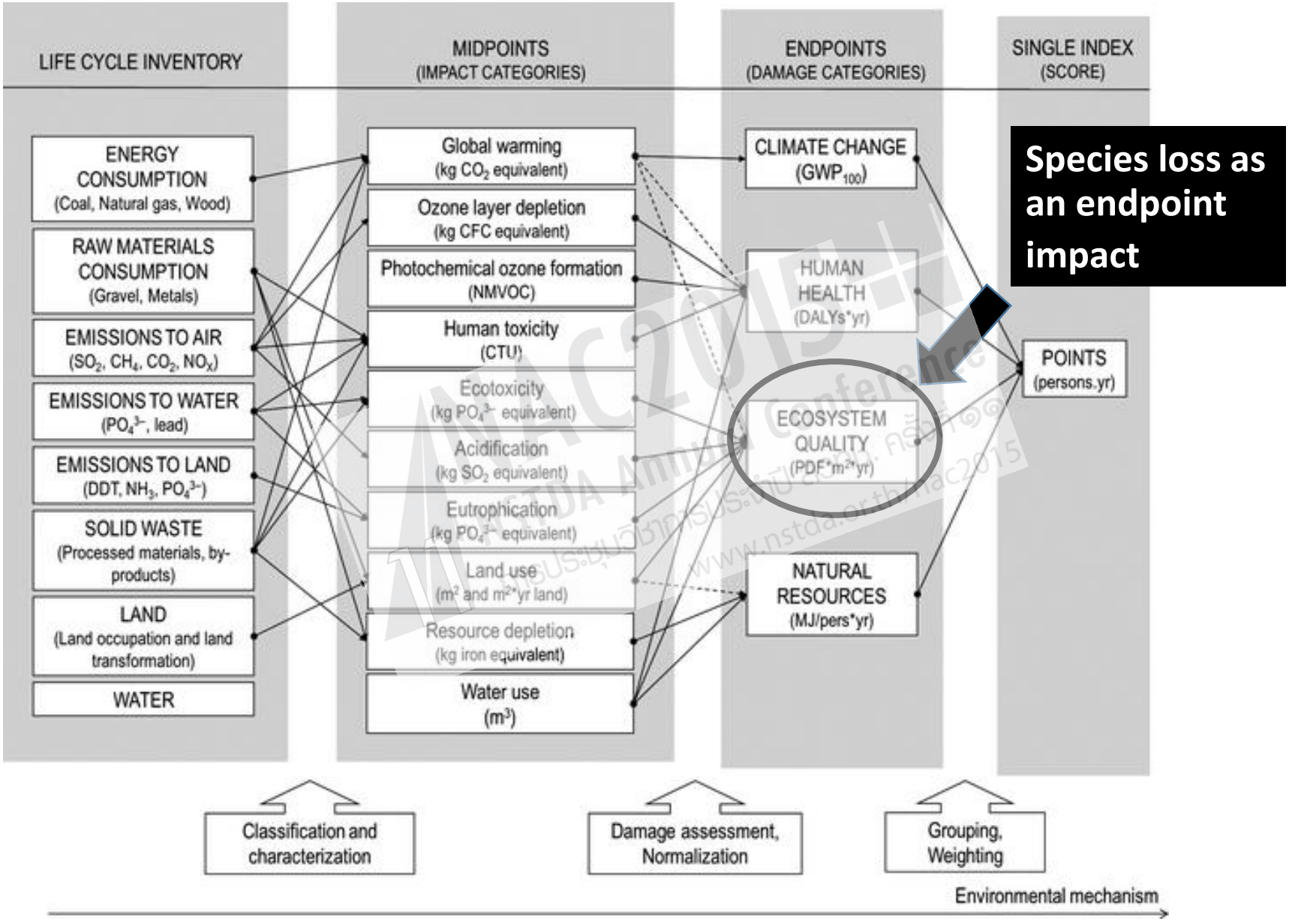
NAC2015 NSTDA Annual Conference การประชุมวิชาการประจำปี สวทช. ครั้งที่ ๑๑ www.nstda.or.th/nac2015

การจำแนกพื้นที่ที่มีคุณค่าสูงต่ออนุรักษ์

Types	Definition of High Conservation Value
HCV 1: พื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ ที่มีความสำคัญระดับโลกและ/หรือระดับประเทศ	
HCV 1.1	พื้นที่คุ้มครอง เช่น มรดกโลก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทพยานแห่งชาติ (Protected Areas)
HCV 1.2	แหล่งที่อยู่ของพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์หายากหรืออยู่ในภาวะคุกคาม (Threatened and endangered species)
HCV 1.3	แหล่งที่อยู่ของพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์เฉพาะถิ่น (Endemic species)
HCV 1.4	แหล่งที่อยู่ของพันธุ์สัตว์อพยพตามฤดูกาล (Critical temporal use)
HCV 2: พื้นที่ที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่อุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิต เช่น พื้นที่ป่าขนาดใหญ่กว่า 60,250 ไร่ขึ้นไป	
HCV 3: พื้นที่ระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะ หายากหรืออยู่ในภาวะถูกคุกคาม	
HCV 4: พื้นที่ที่มีความสำคัญในการรักษาสิ่งแวดล้อม	
HCV 4.1	พื้นที่ป่าต้นน้ำ (Forests critical to water catchments)
HCV 4.2	พื้นที่กัดเซาะแนวตลิ่ง (Forests critical to erosion control)
HCV 4.3	พื้นที่แนวกันไฟป่า (Forests providing barriers to destructive fire)
HCV 5: พื้นที่ที่เป็นแหล่งปัจจัยพื้นฐานการดำรงชีวิตของชุมชน เช่น อาหาร น้ำ ยารักษาโรค	
HCV 6: พื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านวัฒนธรรม ศาสนา ความเชื่อ ประเพณีของชุมชน	

Source: RSPO (2012)

Procedure of Life Cycle Impact Assessment



Source: Souza et al. (2015); Global Change Biology Volume 21, Issue 1, pages 32-47, 30 SEP 2014 DOI: 10.1111/gcb.12709

Safeguard subjects and Damage Indicator

		LCIA Methodology		
		EI 99	LIME	EPS
Type of endpoint	Human health	DALY	DALY	YOLL etc.
	Social assets	Energy (MJ)	JY	EURO
	Biodiversity	PDF	EINES	NEX
	Plant		Ton	EURO

PDF: **P**otentially **D**isappeared **F**raction of plant species (i.e. Ratio of extinct species)
EINES: **E**xpected **I**ncrease in the **N**umber of **E**xtinct **S**pecies
NEX: **N**ormalised **Ex**tinction of Species (i.e. Ratio of species extinct with in a year)

Managing Biodiversity Risks of Business

Activity		Guidance
1	Assess your current processes and capacity	• Determine if there is sufficient technical expertise within your organisation to understand relevant biodiversity risks or whether external support is required. • Review the processes currently in place to manage biodiversity risks and identify the teams or individuals responsible. • Review how your competitors and other leading companies are responding to biodiversity risk.

2	Evaluate potential biodiversity risk for your business	• With the help of external organisations and tools as appropriate, identify your business's direct impacts and dependencies on biodiversity and ecosystem services and potential material risks.
		• Referencing the typology on page 8 assess your exposure to other biodiversity related risks, for example:
		  • **Regulatory:** Might your business be affected by regulatory responses to biodiversity loss? e.g. extraction quotas, ecosystem pricing regimes, permitting requirements.
		  • **Physical:** Will ecosystem degradation expose your operations to increased disruption? e.g. flooding, desertification.
		  • **Company brand:** What negative impacts on biodiversity are 'hidden in the closet' in your operations or supply chains? E.g. unsustainable sourcing, impacts on endangered species, pollutants.
		  • **Supply chain:** Could biodiversity risks threaten the operations of your key suppliers?

3	Develop and implement a strategy to prepare and protect the business	• Consider establishing a working group or similar to manage the strategic response. • Create a framework to track and manage the risk which is commensurate with the potential scale of the risk, appropriately governed, integrated with internal management systems and importantly encompasses supply chains and potential downstream impacts. • Engage with industry initiatives which can help to manage risk and provide reputational advantage.
4	Communicate your position to stakeholders and positively influence policy	• Communicate your performance, initiatives and successes to your stakeholders. • Use your progressive position and alignment with industry initiatives to reach out to other organisations and develop strategic alliances. • Engage early in policy consultations to help shape pending national and international ecosystem related regulations and ensure that you are well placed to deal with the implications. • Consider leveraging media interest in biodiversity to strengthen your position.

Source: Biodiversity and business risk, World Economic Forum (2010)

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

For further information contact:
Dr. Thapat Silalertruksa
thapat.sil@kmutt.ac.th