



# STATE of KNOWLEDGE

## 湄公河泥沙基础知识

Compiled by: Ilse Pukinskis

### 什么是泥沙?

泥沙是岩石和土壤被风化腐蚀后形成的无机物。河流中的泥沙为悬浮在水中的细泥沙（悬移质）或“推移质”（通常沿河床底部移动的大泥沙颗粒）（Mekong River Commission, 2011: 43）。在“天然”河流中，栖息地和物种都受到泥沙的严重影响（MRC, 2011: 43; WCD, 2000: 78）。一条河流中 ~ 的氮和磷都吸附在细泥沙上（MRC, 2011: 43），而氮和磷是维系生态系统健康和生物多样性必不可少的物质。

河流中的泥沙（推移质）在旱季最少，雨季的第一个月最多，因为旱季松散风化的泥沙在雨季被冲刷到了河内（MRC, 2010）。泥沙的多少也会受人口增长、开荒、土地利用、水库建设及其他基础设施发展的影响（Walling, 2008）。湄公河流域的泥沙有两个主要来源，一个是澜沧江流域，另一个是由湄公河三条支流——Se Kong河、Se San河和Sre Pok河——构成的“3S”地区。湄公河70%的泥沙来自这两个地区（Kummu et al., 2010; Clift et al., 2004; MRC, 2010）。

很难找到湄泥沙的相关数据，也没有针对湄公河水系泥沙量的研究（Kummu and Varis, 2007; Kummu et al., 2010）。从上游流向老挝巴色（Pakse）的泥沙估计有150~170百万吨，相对较合理。但目前还不清楚有多少泥沙在巴色下游的冲积平原沉淀（Kummu and Varis, 2007; Liu et al. 2013）。

### 泥沙如何影响水坝和水库?

流量和流速决定了河流的能量及其携带泥沙的能力。当河流速度减慢，譬如流进入水库时，它就载不动较重的泥沙，悬浮泥沙也会沉积下来。水坝构成的物理屏障使大坝外围拦截了大量泥沙（MRC, 2009; Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Fu et al., 2008）。

沉积是大坝设计者和工程师面临的一个严重问题，因为它削弱了水库的储量。如果不加以控制，它最终会

使水坝失去调节水量和供水的作用，从而使它的许多预期收益无法实现，如水电、灌溉、娱乐或其他用途（Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Vörösmarty et al., 1997）。

水坝建设者试图通过在水库中为泥沙预留“备用库存”来解决泥沙沉积的问题。这意味着只有在水坝使用初期，水库才具备设计的全部容量。尽管有备用库存，随着时间的推移，泥沙不断沉积，水坝会慢慢失去存储容量，直到泥沙填满蓄水区（Morris and Fan, 1997; Thorne et al., 2011; Fu et al., 2008）。

### 湄公河水坝将拦截多少泥沙?

输沙量是一个重要的跨界问题。许多研究表明，来自湄公河上游的泥沙在近几年有所下降，不过这些研究得出的变化程度有所不同。有人认为自1993年澜沧江上的漫湾大坝建成后，下游泥沙量减少了50%（Lu and Siew, 2006; Fu and He, 2007; Kummu and Varis, 2007; Adamson, 2009; Wang, et al., 2011）。

水坝的泥沙拦截力很强。漫湾电站运行10年后，水库失去了20%的容量，这就意味着湄公河干流减少了2000万立方米泥沙。据预测，澜沧江梯级大坝建成后，湄公河下游的泥沙将减少90%（Kummu and Varis, 2007; MRC, 2010:73）。

估算水库泥沙淤积率需要考虑水库因时而异的泥沙“拦截效率”，以及水库上游商议中的水坝可能减少到达下游的泥沙量（MRC, 2009: 16）。预测表明，湄公河多达50%的泥沙将会被中国和“3S”河流上的水利工程拦截。一旦下湄公河干流上的12座大坝全部建成，湄公河的泥沙量将再减少一半（ICEM, 2010; MRC, 2011）。

这些估计都很保守，因为受到一些不确定性因素影响，如（1）我们目前对细泥沙流动的了解；（2）我们目前对下湄公河干流大坝泥沙拦截效率以及水库内泥沙力学的了解（ICEM, 2010: 77; Kummu et al., 2010:

182; Roberts, 2004)。

需要注意的是,任何对湄公河流域泥沙的预测都受到可用数据有限、泥沙模型准确度、周边土地未来利用模式变化、全球变暖以及自然变异等不确定性因素的影响(Thorne et al., 2011; Adamson, 2009)。

### 水库沉降有何影响?

水坝会改变河流运输泥沙的能力,也会减少泥沙量(Kummu and Varis, 2007)。泥沙大幅减少会对河流形状、河道和结构产生影响,从而影响到栖息地、生态系统和农业生产(力)(MRC, 2011)。水库下游的流域生态、水的清澈度、泥沙量、有效营养物与河道也会受到影响(Morris and Fan, 1997)。泥沙量和流量的变化对沿岸和近海地区尤为有害(ICEM, 2010; Fu et al., 2008; MRC, 2011; MRC, 2009)。

### 水坝如何影响水库容量和水坝功能?

据估计,全球水库每年因泥沙减少1%的容量。由于水库中用于发电的水量下降,这种减少不利于水电大坝。(Morris and Fan, 1997; Fu et al., 2008)。

最先在水库中沉积是较大的粗泥沙(小石子、砂和砾石)。河流上建的首座水坝拦截的泥沙最多,因为它的上游没有其他大坝阻挡泥沙(ICEM, 2010)。泥沙沉积可能影响水坝的机械设备,包括水库砸门和涡轮进气口,破坏它们的结构完整性(MRC, 2009)。径流式水电站不像大坝水电站那样面临这么多问题,因为它们没有调节水库。径流式水电站也会使河流流速减缓,导致泥沙沉积,但速度不及大坝电站。径流式大坝设计者同样需要意识到涡轮机及其他机型设备面临的潜在损害(Morris and Fan, 1997)。大坝设计者尽量减少泥沙沉积,确保它们的运行寿命和结构安全(MRC, 2009; Morris and Fan, 1997)。

### 泥沙沉积如何影响流域栖息地?

由于大坝拦截泥沙后释放出的水所携带的泥沙减少,水流的运载能力得到提高(Kondolf, 2008)。这种被称为“缺乏泥沙”的水不断冲刷河床和河岸,直到不能载动物品。此时,河水将到达一个新平衡点。在湄公河,这个过程将导致河床粗化,使河流中的物种栖息地产生较大变化,包括许多鱼类产卵床的消失。这个过程产生的广泛影响还可能蔓延至越南粮食生产力高的三角洲地区(MRC, 2010; MRC, 2009; Kummu and Varis, 2007; Roberts, 2004; Thorne et al., 2011; WCD, 2000; Morris and Fan, 1997)。不过,这种情况是否会发生还有待时间验证。

并非泥沙沉积的所有潜在影响都是负面的。泥沙被拦截可能有利于一些水生生态系统,比如说沿海海洋生态系统,因为水中悬浮泥沙浓度过高会对它产生危害(Rogers, 1990; Morris and Fan, 1997)。

### 大坝导致的悬沙浓度降低将带给影响湄公河流域什么影响?

悬浮泥沙中含有对维持河流系统至关重要的养分。河流中大部分氮和磷都吸附在泥沙上(Koponen et al., 2010; Lu and Siew, 2006; Thorne et al., 2011)。磷控制了淡水生态系统中的初级生产,因此非常重要。由于缺乏养分和微粒大小的有关数据,很难对湄公河泥沙吸附的磷和氮进行准确估算。但据估计,湄公河的磷吸附在泥沙上(MRC, 2011; Thorne et al., 2011)。有人认为,每年有26,400吨悬浮泥沙流到湄公河的冲积平原和三角洲(ICEM, 2010)。

水坝减少了河流中悬浮泥沙的浓度,从而使下游养分减少(Koponen et al., 2010; Lu and Siew, 2006; Thorne et al., 2011; MRC, 2011; Rosenberg et al., 1997; Nikula, 2005)。据估计,如果柬埔寨、老挝、泰国和越南建成干流和支流上的11座大坝(中国境内6座干流大坝除外),湄公河中的泥沙将减少75%(约每年6,600吨)。其中,大约25%的泥沙被干流大坝拦截(ICEM, 2010)。此外,当水库泄水时,超乎寻常的高浓度泥沙及养分将流向大坝的下游(MRC, 2011)。

输沙量减少将对自然环境和人类环境产生影响,我们在下面的章节中对这些影响进行了深度分析。

### 鱼类和水生生物

泥沙被拦截可能降低河流的生物生产力。大坝上游输沙量的增加会改变库区的生态,影响鱼类的数量和类型(Kummu and Varis, 2007; Morris and Fan, 1997; WCD, 2000)。有效养分的减少将影响水生植物的生长,而水生植物是湄公河鱼类的主要食物,也是渔业食物链中的重要一环(2011, 2010; ICEM, 2010; Roberts, 2004)。

它还可能对海洋渔业产生负面影响(MRC, 2011; Hai et al., 2009)。

在越南亚利(Yali)大坝下游的柬埔寨社区报告称,大坝建成后鱼类捕获量急剧下降。有人将渔业衰退和抑制藻类生长的养分及泥沙增加联系在一起(水流冲刷河岸的结果)。高输沙量导致泥沙淤积,填充了鱼类重要的栖息地,给无法忍受高输沙量的鱼类造成不利影响(Wyatt and Baird, 2007)。

### 农业

河流涨水时,泥沙被冲刷到冲积平原。冲积平原非常肥沃,在农业生产中发挥着重要作用。悬浮泥沙和养分减少也会影响到这些地区的农业生产(力)(ICEM, 2010; MRC, 2011)。泥沙给水稻生产带来的直接影响是“温和的”,但长期影响可能会更严重。输沙量建设也会导致泛滥区、河堤花园和冲积平原的农业用地减少,穷人受到的影响最深(ICEM, 2010; Hai et al., 2009)。



## 航运

当水库释放出充满泥沙的水时，水闸、三角洲、游船码头和船道的泥沙积累将影响到用于商业和娱乐的航运（Morris and Fan, 1997）。在水坝大门关闭的蓄水期，不携带泥沙的河水冲击大坝下游的河岸和河床，影响其稳定性。这对河运使用率高的湄公河三角洲航运将会造成不利影响（ICEM, 2010）。

但是，泥沙被拦截也可能使进入航道的泥沙减少，从而给航运带来积极影响（Hori, 2000）。

## 柬埔寨冲击平原和洞里萨系统

柬埔寨洪泛区，包括洞里萨湖，的季节性洪水是湄公河高生产力的基础。每年80%进入湖泊水系的泥沙和营养物会在洪水退去后保留下来。这种自然施肥有利于农业和渔业生产力（MRC, 2005; Sarkkula et al., 2003; Kummum et al., 2008; Nikula 2005; Zalinge et al., 2003; Sarkkula et al., 2003; Zalinge et al., 2003）。

悬浮泥沙浓度下降对湖中的养分平衡构成严重风险，从而威胁到湖泊系统的生产力（ICEM, 2010; Sarkkula et al., 2003; Kojonen et al., 2010）。被洪水淹没的森林是鱼类重要的栖息地和产卵地，养分的减少将使鱼类捕获量减少（Kummum et al., 2008）。据估计，规划中的干流和支流大坝都建成后，柬埔寨冲积平原的生产力将下降一半（Kojonen et al., 2010）。

## 越南三角洲

据一些研究估计，每年有7900万吨泥沙流入越南的湄公河三角洲，其中900~1300万吨沉积在洪泛区，其余的泥沙使三角洲不断扩大，为沿海渔业供给养分（Huang and Tamai, 1999; Fox and Sneddon, 2005）。沉积在浅水海域的泥沙保护海岸不受海浪侵蚀。泥沙减少将加快海岸侵蚀（Wolanski et al., 1996），气候变化导致的海平面上升将使情况更加糟糕。大坝下游的河岸被河水刷脱落的泥沙只能在很小的程度上弥补被大坝拦截的泥沙（MRC, 2010, 73）。据估计，到2050年将有一百万人口受到海岸侵蚀和湄公河三角洲土地流失的影响（IPCC, 2007）。

越南的农业和海洋捕捞业依赖于泥沙运输养分（Wild and Loucks, 2012; ICEM, 2010）。输沙量减少对农业和海洋渔业可能意味着成本显著增加。农业发展和城镇化或许能形成新的养分来源，但目前尚不清楚它对三角洲的具体影响（ICEM, 2010）。

## 库容能否持续？

水库泥沙沉积通常被认为是一个不可逆转的过程，供水和发电的大坝工程被认为是不可持续的，除非泥沙沉积过程能受到控制（Morris and Fan, 1997）。

理想情况下，水坝建设会使被拦截的泥沙最小化，从而减少对环境和农业的影响，减少对下游利益相关者的支付赔偿责任（MRC, 2011）。可持续的泥沙管理需要考虑到流域、河流、讨论中的水库和大坝，以及梯级大坝的总体影响。这个过程应该包括泥沙沉积评估（Morris and Fan, 1997）、适当的选址和大坝设计、运作策略和具有延续性的监测和管理（MRC, 2009）。

为避免泥沙沉积，保持对下游地区相对正常的养分运输和有限的形态影响，必须定期清除水坝的泥沙（Thorne et al., 2011）。清理水库沉积的泥沙不仅昂贵，而且困难（Morris and Fan, 1997）。清除泥沙可以有几种方式，包括设计泥沙路径、开辟泥沙支路、机械去除、泥沙冲洗（开闸放水）和泥沙拦截（MRC, 2009）。通过建设冲洗闸门，大坝可以有效减少泥沙沉积。这些闸门建设在坝墙底部，定期开闸可释放出水库中的泥沙。在某种程度上，这也将有助于确保下游对泥沙进行有益利用。然而，湄公河上的大坝几乎都没有冲洗闸门。部分原因是它会增加建设成本，同时还因为建设冲洗闸门将意味着水库中部分水会被用来冲洗泥沙，而不是发电。

大坝设计者必须明确每个大坝的泥沙管理的适用方法。梯级大坝的泥沙管理需要政府、大坝设计者、运作者以及众多为环境健康和靠河流为生的百姓进行呼吁的机构进行协调（MRC, 2009）。

## 输沙量减少能否通过其他方式得到缓和？

一个颇有市场的观点是，增加化肥的使用可以补偿因悬浮泥沙浓度降低导致的养分减少。这中方法是否可行还有点检验。在养分丰富的泥沙主要来源于山上（尤其是中国的山）的情况下，化肥将无法弥补养分的缺失。需要有更多的研究数据才能更好地理解湄公河的养分循环（Kojonen et al., 2010）。

另一种建议的解决方案是“增加泥沙”，或者故意向大坝下游加入泥沙。增加泥沙需要考虑水库中沉积的泥沙量和下游河流流速放缓导致的泥沙运载能力下降。同时，还要考虑增加泥沙带来的生态效应（MRC, 2009）。

## 结论

水坝发展对泥沙、养分、河流和海洋生态系统具有很大的潜在影响。关于湄公河泥沙力学和养分运输的综合数据和评估有限，尤其是干流和支流梯级大坝综合影响方面的数据。需要开展更多研究，以便更好地了解湄公河泥沙沉积的复杂相互作用，但也要认识到模型和理论预测不能完全消除不确定性。大坝设计者、管理者 and 政策制定者都应谨慎行事，即便是在修建已经充分考虑到泥沙管理和不确定性因素的大坝时也应如此（Thorne et al., 2011）。鉴于泥沙、养分、生态系统和其他众多变量间复杂的相互作用，需要对“现实生活中的经验”密切观察。

## 参考文献

- Adamson, P.T. 2009. An Exploratory Assessment of the Potential Rates of Reservoir Sedimentation in Five Mekong Mainstream Reservoirs Proposed in Lao PDR.
- Clift, P.D., Layne, G.D., and Blusztajn, J. 2004. Marine Sedimentary Evidence for Monsoon Strengthening, Tibetan Uplift and Drainage Evolution in East Asia. *Continent-Ocean Interactions Within East Asian Marginal Seas Geophysical Monograph* 149: 255-282.
- Fu, K.D., He, D.M., and Lu, X.X.. 2008. Sedimentation in the Manwan reservoir in the Upper Mekong and its downstream impacts. *Quaternary International* 186: 91-99.
- Hai, N.X., Huan, N.H., and Tuan, N.N.. 2009. Luangprabang hydropower and its downstream accumulative impact on sediment flux. *VNU Journal of Science, Earth Sciences* 25: 84-90.
- ICEM (International Centre for Environmental Management). 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream. Vientiane, Mekong River Commission, Hanoi, Viet Nam.
- Hori, H., 2000. *The Mekong: Environment and Development*. United Nations University Press, Tokyo. 398 pp.
- Kondolf, M. 2008. *Hungry Water: Managing Sediment in Rivers*. Presentation to the MRC Sediment Workshop.
- Koponen, J., Lamberts, D., Sarkkula, J., Inkala, A., Junk, W., Halls, A., and Kshatriya, M. 2010. Primary and Fish Production Report. Mekong River Commission Information and Knowledge Management Programme.
- Kummu, M. and Sarkkula, J. 2008. Impact of the Mekong River Flow Alteration on the Tonle Sap Flood Pulse. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(3): 185-192.
- Kummu, M. and Varis, O. 2007. Sediment-related impacts due to upstream reservoir trapping, the Lower Mekong River. *Geomorphology* 85(3-4): 275-293.
- Kummu, M. Lu, X.X., Wang, J.J. and Varis, O. 2010. Basin-wide sediment trapping efficiency of emerging reservoirs along the Mekong. 2010. *Geomorphology* 119: 181-197.
- Liu, C., He, Y., Walling, E., & Wang, J. (2013). Changes in the sediment load of the Lancang-Mekong River over the period 1965–2003. *Science China Technological Sciences*, 1-10.
- Lu, X.X. and Siew, R.Y. 2006. Water discharge and sediment flux changes over the past decades in the Lower Mekong River: possible impacts of the Chinese dams. *Hydrology and Earth System Sciences* 10: 181-195.
- Morris, G.L. and Fan, J. 1998. *Reservoir Sedimentation Handbook*. McGraw-Hill Book Co., New York, 805 pp.
- MRC (Mekong River Commission). 2008. An assessment of water quality in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 19. Vientiane, Lao PDR, Mekong River Commission.
- MRC (Mekong River Commission). 2005. Overview of the Hydrology of the Mekong Basin. Vientiane. 73 pp.
- MRC (Mekong River Commission). 2009. Preliminary Design Guidance for Proposed Mainstream Dams in the Lower Mekong Basin.
- MRC (Mekong River Commission), 2010 State of the Basin Report 2010. Vientiane, Lao PDR, Mekong River Commission.
- Nikula, J. 2005. Tonle Sap Review and Integration Report. WUP-FIN Phase II – Hydrological, Environmental and Socio-Economic Modelling Tools for the Lower Mekong Basin Impact Assessment. Mekong River Commission and Finnish Environment Institute Consultancy Consortium, Vientiane, Lao PDR. 111 pp.
- Sarkkula, J. and Koponen, J. 2003. Modelling Tonle Sap for Environmental Impact Assessment and Management Support. WUP-FIN Water Utilization Program – Modelling of the Flow Regime and Water Quality of the Tonle Sap. Mekong River Commission and Finnish Environment Institute Consultancy Consortium, Vientiane, Lao PDR. 110 pp.
- Thorne, C., Annandale, G., Jensen, J., Jensen, E., Green, T. and Koponen, J.. 2011. Review of Sediment Transport, Morphology, and Nutrient Balance. Report to the Mekong River Commission Secretariat prepared as part of the Xayaburi MRCS Prior Consultation Project Review Report, Nottingham University, UK. 82 pp.

- Roberts, T. R. 2004. *Fluvicide: An Independent Environmental Assessment of Nam Theun 2 Hydropower Project in Laos, with Particular Reference to Aquatic Biology and Fishes.*
- Rosenberg, D.M., Berkes, F., Bodaly, R.A., Hecky, R.E., Kelly, C.A., and Rudd, J.W.M. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5: 27-54.
- Vorosmarty, C.J., Meybeck, M., Fekete, B., and Sharma, K. 1997. The potential impact of neo-Castorization on sediment transport by the global network of rivers. *Human Impact on Erosion and Sedimentation* 245: 261-273.
- Walling, D.E. 2008. The Changing Sediment Load of the Mekong River. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 37(3): 150-157.
- Wang, J.J., Lu, X.X. and Kummu, M. 2011. *Sediment Load Estimates and Variations in the Lower Mekong River. River Research and Applications*, published online in Wiley InterScience.
- Wild, T.B. and Loucks, D.P. 2012. Assessing the Potential Sediment-Related Impacts of Hydropower Development in the Mekong River Basin. *World Environmental and Water Resources Congress 2012: Crossing Boundaries.*
- Wolanski, E., Huan, Nguyen Ngoc Huan, Dao, Le Trong, Nhan, Nguyen Huu and Thuy, Nguyen Ngoc. 1996. Fine-sediment Dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 43: 565-582.
- Wolanski, E., Nhan, Nguyen Huu and Spagnol, S.. 1998. Sediment Dynamics during Low Flow Conditions in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Journal of Coastal Research* 14(2): 472-482.
- Wyatt, A.B. and Baird, I.G. 2007. Transboundary Impact Assessment in the Sesan River Basin: The Case of the Yali Falls Dam. *International Journal of Water Resources Development* 23(3): 427-442.
- Van Zalinge, N., Sarkkula, J., Koponen, J., Loeung, D., and Pengbun, N. 2003. Mekong flood levels and Tonle Sap fish catches. *Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*, Phnom Penh, 11-14 February 2003.

## What is the State of Knowledge (SOK) Series?

The SOK series sets out to evaluate the state of knowledge on subjects related to the impact, management and development of hydropower on the Mekong, including its tributaries. Publications in the series are issued by the CGIAR Challenge Program on Water and Food – Mekong Programme. The series papers draw on both regional and international experience. Papers seek to gauge what is known about a specific subject and where there are gaps in our knowledge and understanding. All SOK papers are reviewed by experts in the field. Each section in a SOK papers ends with a conclusion about the state of knowledge on that topic. This may reflect high levels of certainty, intermediate levels, or low certainty.

The SOK series is available for download from the CPWF Mekong website at <http://mekong.waterandfood.org/>

Citation: Pukinskis, I. Mekong Sediment Basics. February, 2013. State of Knowledge Series 2. Vientiane, Lao PDR, Challenge Program on Water and Food.

This SOK has been reviewed by Gregory A. Thomas, Natural Heritage Institute; Matti Kummu, Aalto University; and Jeffrey Richey, University of Washington.

Reviewers cannot be held responsible for the contents of any SOK paper, which remains with the CPWF and associated partners identified in the document.

This SOK has been edited by Terry Clayton at Red Plough International Co. Ltd. [clayton@redplough.com](mailto:clayton@redplough.com) and proofread by Clare Sandford [claresandford@hotmail.co.uk](mailto:claresandford@hotmail.co.uk)

Design and lay-out by Remy Rossi [rossiremy@gmail.com](mailto:rossiremy@gmail.com) and Watcharapol Isarangkul [nong.isarangkul@gmail.com](mailto:nong.isarangkul@gmail.com)

The Challenge Program on Water and Food was launched in 2002 as a reform initiative of the CGIAR, the Consultative Group on International Agricultural Research. CPWF aims to increase the resilience of social and ecological systems through better water management for food production (crops, fisheries and livestock). CPWF does this through an innovative research and development approach that brings together a broad range of scientists, development specialists, policy makers and communities to address the challenges of food security, poverty and water scarcity. CPWF is currently working in six river basins globally: Andes, Ganges, Limpopo, Mekong, Nile and Volta. More information can be found at [www.waterandfood.org](http://www.waterandfood.org).

In the Mekong, the CPWF works to to reduce poverty and foster development by optimizing the use of water in reservoirs. If it is successful, reservoirs in the Mekong will be: (a) managed in ways that are fairer and more equitable to all water users; (b) managed and coordinated across cascades to optimize benefits for all; (c) planned and managed to account for environmental and social needs; (d) used for multiple purposes besides hydropower alone; (e) better governed and the benefits better shared. More information can be found at [www.mekong.waterandfood.org](http://www.mekong.waterandfood.org).

### Want to know more?

Contact us at [cpwf.mekong@gmail.com](mailto:cpwf.mekong@gmail.com).



