



Australian Government  
Department of Industry  
Tourism and Resources

# KHÔI PHỤC KHU MỎ

CHƯƠNG TRÌNH PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
VỚI PHƯƠNG THỨC HÀNG ĐẦU  
TRONG NGÀNH MỎ



CHƯƠNG TRÌNH PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
VỚI PHƯƠNG THỨC HÀNG ĐẦU  
TRONG NGÀNH MỒ

## KHÔI PHỤC KHU MỒ



THÁNG 10 NĂM 2006

Minh thị khước từ trách nhiệm

Chương trình Phát triển Bền vững với phương thức hàng đầu trong Ngành Khai thác mỏ

Ấn phẩm này được phát triển bởi Nhóm Công tác của các chuyên gia, ngành và đại diện của các tổ chức chính phủ và phi chính phủ. Nỗ lực của các thành viên trong Nhóm Công tác là được ghi nhận sâu sắc.

Tầm nhìn và quan điểm diễn giải trong ấn phẩm này không nhất thiết phản ánh quan điểm và tầm nhìn của Chính phủ Khối thịnh vượng chung hay Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên. Trong khi các nỗ lực cần thiết đã được đưa ra để đảm bảo rằng những nội dung của ấn phẩm này là đúng với thực tế, Khối thịnh vượng Chung đã không chịu trách nhiệm về độ chính xác và hoàn thiện về nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất cứ mất mát hay tổn thất nào có thể xảy ra trực tiếp hay gián tiếp trong quá trình sử dụng, hay tin tưởng vào nội dung của ấn phẩm này.

Người sử dụng sổ tay nên biết rằng tài liệu này dự định là tham khảo chung và không dự định thay thế cho những cố vấn chuyên môn liên quan tới các tình huống riêng biệt của mỗi người sử dụng. Những tham khảo về các công ty và sản phẩm trong sổ tay này không nên đưa ra làm xác nhận của Chính phủ Khối thịnh vượng Chung về những công ty đó hoặc sản phẩm của họ.

Ảnh trang bìa: Khôi phục tại mỏ than New Wallsend của Xstrata Coal ở vùng mỏ Newcastle, New South Wales

© Commonwealth of Australia 2006

ISBN 0 642 72481 4

Đây là tài liệu có bản quyền. Ngoài những hình thức sử dụng được phép chiếu theo Đạo luật Bản quyền 1968 (Copyright Act 1968), không có bất cứ phần nội dung nào được phép tái bản theo bất cứ quá trình nào mà không được Khối Thịnh Vượng Chung (Commonwealth) cho phép trước bằng văn bản. Những yêu cầu và giải đáp thông tin về tái bản và quyền liên quan nên được chuyển tới Commonwealth Copyright Administration, Attorney General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 2600 hoặc gửi tại <http://www.ag.gov.au/cca>

# MỤC LỤC

	LỜI CẢM ƠN	iv
	LỜI NÓI ĐẦU	vii
1.0	GIỚI THIỆU	1
2.0	PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÀ KHÔI PHỤC KHU MỎ	3
2.1	Phát triển bền vững: Những khía cạnh môi trường	4
2.2	Phát triển bền vững: Những khía cạnh xã hội	5
	Nghiên cứu tình huống: Hợp tác với các cộng đồng trong quá trình lập kế hoạch hoạt động của khu mỏ	6
2.3	Phát triển bền vững: Từ góc độ kinh doanh	9
3.0	LẬP KẾ HOẠCH	10
3.1	Trao đổi tư vấn trong quá trình lập kế hoạch khai thác mỏ ban đầu	10
3.2	Những yêu cầu pháp lý	10
3.3	Xác định tính chất vật liệu	10
3.4	Đánh giá khu mỏ	16
3.5	Lập kế hoạch cho chương trình hồi phục	19
	Nghiên cứu tình huống: Công ty Nickel Murrin Murrin, Western Australia	22
	Nghiên cứu tình huống: Mỏ than Mt Owen, Hunter Valley, NSW	25
4.0	CÁC HOẠT ĐỘNG	28
4.1	Quá trình tư vấn trong các hoạt động của mỏ khai thác	28
4.2	Xác định tính chất vật liệu	28
4.3	Sử lý vật liệu	28
4.4	Cân bằng nước thải của mỏ khai thác	31
4.5	Xây dựng lại địa mạo	33
4.6	Tầng phủ	33
	Nghiên cứu tình huống: Hệ thống tầng phủ lưu trữ/giải phóng, mỏ vàng Kidston, Queensland	36
4.7	Sườn dốc bên ngoài cơ sở lưu trữ chất thải	37
4.8	Quản lý đất mặt	39
	Nghiên cứu tình huống: Alcoa World Alumina Australia	40
4.9	Hình thành các quần thể thực vật	42
	Nghiên cứu tình huống: Mỏ mangan GEMCO, Groote Eylandt, Northern Territory	47
5.0	ĐÓNG CỬA	53
5.1	Quá trình tư vấn trong khi đóng cửa mỏ khai thác	53
5.2	Phát triển tiêu chuẩn thành công của quá trình khôi phục	53
5.3	Phát triển chương trình giám sát quá trình khôi phục	53
5.4	Phát triển sổ tay giám sát	58
5.5	Bản giao hợp đồng thuê	59
6.0	KẾT LUẬN	60
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	62
	DANH MỤC THUẬT NGỮ	64

## LỜI CẢM ƠN

Chương trình Phát triển Bền vững với Phương thức Hàng đầu được một Ban Chỉ đạo quản lý trực thuộc Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên Chính phủ Úc. 14 nội dung chính trong chương trình được xây dựng bởi các nhóm công tác với đại diện từ khu vực chính phủ, ngành, nghiên cứu, giáo dục đào tạo và cộng đồng. Sổ tay Phương thức Hàng đầu có thể đã không được hoàn thành nếu không có sự hợp tác và tham gia tích cực của mọi thành viên trong nhóm công tác.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn những người tham gia sau đây trong Nhóm Công tác về Khôi phục Khu mỏ cũng như các cơ quan đơn vị chủ quản đã cho phép họ dành thời gian và kiến thức chuyên môn đóng góp cho chương trình:



Phó Giáo sư David Mulligan  
Chủ tịch – Nhóm Công tác  
Giám đốc – Trung tâm Khôi phục Đất khai thác mỏ  
Viện Nghiên cứu Khoáng sản Bền vững  
Đại học Queensland

[www.cmir.uq.edu.au](http://www.cmir.uq.edu.au)



Cô Jenny Scougall & Cô Katie Lawrence  
Ban Thư ký – Nhóm Công tác  
Bộ môn Khai thác mỏ Bền vững  
Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên

[www.industry.gov.au](http://www.industry.gov.au)



Ông John Allan  
Trưởng nhóm – Môi trường  
Newcrest Mining Limited

[www.newcrest.com.au](http://www.newcrest.com.au)



Cô Rachele Benbow  
Giám đốc Hoạt động Môi trường  
Hội đồng Khoán sản NSW

[www.nswmin.com.au](http://www.nswmin.com.au)



Ông Cormac Farrell  
Cán bộ Chính sách - Môi trường  
Hội đồng Khoán sản Úc

[www.minerals.org.au](http://www.minerals.org.au)



Ông Wojtek Grun  
Kỹ sư Mỏ  
Tài nguyên Mỏ Tasmania

[www.mrt.tas.gov.au](http://www.mrt.tas.gov.au)



---

**Ông Keith Lindbeck**

Giám đốc

Keith Lindbeck & Associates

[keith@keithlinbeck.com.au](mailto:keith@keithlinbeck.com.au)

---



**Tiến sĩ Rob Loch**

Trưởng nhóm tư vấn

Landloch Pty Ltd

[www.landloch.com.au](http://www.landloch.com.au)

---



**Tiến sĩ Owen Nichols**

Cán bộ Quản lý Chương trình Nghiên cứu

Trung tâm Nguyên cứu và

Mở rộng Khoáng sản Úc

[www.acmer.com.au](http://www.acmer.com.au)

---



**Tiến sĩ Mark Tibbett**

Giám đốc

Trung tâm Khôi phục Đất

Trường Địa lý và Địa chất

Đại học Western Australia

[www.clr.uwa.edu.au](http://www.clr.uwa.edu.au)

---



**Phó Giáo sư David J Williams**

Giám đốc – Trung tâm Địa chất Mỏ và Xây dựng

Trường Kỹ thuật

Đại học Queensland

[www.uq.edu.au/geomechanics](http://www.uq.edu.au/geomechanics)

---





## LỜI NÓI ĐẦU

Ngành khai thác mỏ của Úc đang hoạt động theo đúng định hướng toàn cầu theo đuổi phát triển bền vững. Cam kết đi theo hướng phát triển bền vững với phương thức hàng đầu là yếu tố tiên quyết trong một công ty khai thác mỏ để đạt được và duy trì “giấy phép xã hội để hoạt động” trong cộng đồng.

Những sổ tay trong loạt ấn phẩm Phát triển Bền vững với Phương thức Hàng đầu trong Khai thác mỏ đề cập tới các lĩnh vực môi trường, kinh tế và xã hội trong mọi giai đoạn của cả quá trình khai thác khoáng sản từ thăm dò tới xây dựng, vận hành và đóng cửa khu khai thác mỏ. Khái niệm phương thức hàng đầu được hiểu đơn giản là cách thức thực hiện tốt nhất ở một khu mỏ nhất định. Khi xuất hiện thêm những thách thức mới và những giải pháp mới được xây dựng hoặc có những giải pháp hiệu quả hơn cho những vấn đề hiện tại, điều quan trọng là phương thức hàng đầu nên mang tính linh hoạt và sáng tạo trong việc xây dựng những giải pháp phù hợp với yêu cầu của từng khu khai thác. Cho dù có những nguyên tắc nền tảng nhưng phương thức hàng đầu chú trọng tới phương pháp tiếp cận và quan điểm ở mức độ tương đương với một hệ thống phương thức cố định hoặc một công nghệ cụ thể. Phương thức hàng đầu cũng bao gồm khái niệm “quản lý thích nghi”, một quá trình đánh giá liên tục và “học từ thực tế” thông qua áp dụng những nguyên tắc khoa học hiệu quả nhất.

Theo định nghĩa của Hội đồng Khai thác mỏ và Kim loại Quốc tế (ICMM), phát triển bền vững trong lĩnh vực khai thác mỏ và kim loại là sự đầu tư hợp lý về mặt kỹ thuật, bảo vệ môi trường, đem lại lợi nhuận kinh tế và có trách nhiệm với xã hội. Duy trì Giá trị – Khung Cơ cấu Phát triển Bền vững của Ngành Khoáng sản Úc hướng dẫn quá trình thực hiện vận hành các nguyên tắc ICMM và những thành tố của ngành khai thác mỏ Úc.

Một loạt các tổ chức đã có đại diện trong ban chỉ đạo và các nhóm công tác là dấu hiệu thể hiện tính đa dạng về quyền lợi trong phương thức hàng đầu của ngành khai thác mỏ. Các tổ chức này gồm có Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên, Bộ Môi trường và Di sản, Bộ Công nghiệp và Tài nguyên (tiểu bang Western Australia), Bộ Tài nguyên Môi trường và Khoáng sản (tiểu bang Queensland), Bộ Công nghiệp Trọng điểm (tiểu bang Victoria), Hội đồng Khoáng sản Úc, Trung tâm Công nghệ và Nghiên cứu Khoáng sản Úc, các trường đại học và đại diện từ các công ty khai thác mỏ, khu vực nghiên cứu kỹ thuật, các chuyên gia tư vấn khai thác mỏ, môi trường và xã hội cũng như các tổ chức phi chính phủ. Các nhóm công tác này hoạt động cùng nhau để thu thập và trình bày thông tin về nhiều đề tài đa dạng mang tính minh họa và giải thích cho khái niệm phát triển bền vững với phương thức hàng đầu trong ngành khai thác mỏ của Úc.

Những ấn phẩm tổng kết được thiết kế để hỗ trợ tất cả các khu vực trong ngành khai thác mỏ nhằm giảm bớt các tác động tiêu cực của sản xuất khoáng sản tới cộng đồng và môi trường nhờ tuân theo những nguyên tắc về phát triển bền vững với phương thức hàng đầu. Đây chính là một sự đầu tư cho tính bền vững của một ngành kinh tế đặc biệt quan trọng cũng như cho công tác bảo vệ di sản thiên nhiên của chúng ta.



Nghị sĩ Danh dự Ian Macfarlane  
Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên







## 1.0 GIỚI THIỆU

Cuốn sổ tay này xác định và giải quyết nội dung khôi phục khu mỏ, một trong những chủ đề của Chương trình Phát triển Bền vững với Phương thức Hàng đầu. Chương trình này có mục tiêu xác định những vấn đề cốt yếu tác động tới phát triển bền vững trong ngành khai thác mỏ và cung cấp thông tin cùng những nghiên cứu tình huống minh họa một cơ sở bền vững hơn cho ngành. Ngoài ra trong loạt ấn phẩm này còn có các sổ tay chuyên đề khác với mục đích bổ sung cho cuốn sổ tay này. Hoạt động trao đổi thông tin giữa tất cả các bên tham gia vào ngành khai thác mỏ đóng vai trò quan trọng để thúc đẩy phương thức hàng đầu và chương trình này hướng tới tăng cường hoạt động trao đổi thông tin đó.

Những cuốn sổ tay về phương thức hàng đầu có nội dung phù hợp với mọi giai đoạn trong cả quá trình hoạt động của một khu mỏ – thăm dò, đánh giá khả thi, thiết kế, xây dựng, vận hành và đóng cửa – cũng như với mọi khía cạnh hoạt động của một công ty. Cho dù những nguyên tắc định hướng cho phương thức hàng đầu chỉ mang tính khái quát chung nhưng có thể ứng dụng để hỗ trợ quá trình lập kế hoạch bền vững cho từng khu mỏ cụ thể.

Đối tượng độc giả chính của sổ tay này là giới quản lý ở cấp độ hoạt động, cấp độ quyết định trong việc áp dụng phương thức hàng đầu trong hoạt động khai thác mỏ. Ngoài ra, những người quan tâm với phương thức hàng đầu trong ngành khai thác mỏ trong đó có cán bộ môi trường, chuyên gia tư vấn khai thác mỏ, chính phủ và các cơ quan chức năng, các tổ chức phi chính phủ, các cộng đồng tại khu mỏ cũng như giới sinh viên sẽ nhận thấy đây là tài liệu thích hợp cho họ. Cuốn sổ tay này được viết ra để khuyến khích những đối tượng đó tham gia và đảm nhiệm vai trò quan trọng trong quá trình không ngừng nâng cao hiệu quả phát triển bền vững của ngành khai thác mỏ.

Cuốn sổ tay này sẽ xác định những nguyên tắc và phương thức hàng đầu cho công tác khôi phục khu mỏ với nội dung trọng tâm là tái phủ xanh và thiết kế địa hình đất. Cuốn sách sẽ cho người đọc thấy cách thức sử dụng những công nghệ và phương thức hiện tại và mới nổi một cách hiệu quả hơn. Những nguyên tắc được mô tả sẽ được áp dụng cho khu vực đất đã bị hoạt động khai thác mỏ làm xáo trộn. Sau chuỗi hoạt động của hoạt động khai thác mỏ như trao đổi thảo luận, lập kế hoạch, hoạt động và hoàn thành, mỗi chương sẽ tập trung vào các quá trình và vấn đề liên quan tới khu mỏ theo thời gian. Cuốn sách tập trung đặc biệt vào công tác khôi phục hệ sinh thái tự nhiên, nhất là tái tạo thảm thực vật bản địa.

Chủ đề trong cuốn sách gồm có các mục tiêu khôi phục, xử lý đất, làm đất, tái phủ xanh, dinh dưỡng đất, khôi phục quần thể động vật, bảo dưỡng, các tiêu chí thành công và giám sát. Giới quản lý có trách nhiệm khôi phục sẽ có thể ứng dụng thông tin này vào những tính huống cụ thể của họ khi lập kế hoạch cho một chiến lược khôi phục.

Khôi phục là một quá trình được sử dụng để khắc phục những tác động của hoạt động khai thác mỏ đối với môi trường. Những mục tiêu dài hạn của công tác khôi phục có thể khác nhau, từ chuyển đổi khu vực sang một trạng thái ổn định và an toàn tới khôi phục những trạng thái càng giống như trước khi khai thác càng tốt để hỗ trợ tính ổn định trong tương lai của khu đất.

Thông thường khôi phục gồm có những công việc sau:

- xây dựng thiết kế để có được địa hình đất phù hợp cho khu mỏ
- tạo ra những địa hình đất sẽ phát triển theo hướng dự tính trước theo những nguyên tắc thiết kế đã hình thành
- hình thành những hệ sinh thái bền vững phù hợp.

Thiết kế địa hình đất để khôi phục yêu cầu có một tầm nhìn tổng quan có hệ thống cho các hoạt động khai thác mỏ, trong đó mỗi giai đoạn hoạt động và mỗi thành phần khu mỏ đều là bộ phận cấu thành của một kế hoạch xem xét toàn bộ quá trình hoạt động của khu mỏ như hoạch định hoạt động và việc sử dụng cuối cùng của khu mỏ. Kế hoạch này cần mang tính linh hoạt để thích ứng với những thay đổi trong phương pháp và công nghệ.

Tăng cường tối đa công tác lập kế hoạch sẽ giảm nhẹ xóa trộn tại khu mỏ và đảm bảo những vật liệu như đá phế thải gần địa điểm tập kết cuối cùng. Tập trung vào thu thập và phân tích càng nhiều thông tin về khu mỏ càng tốt. Nghiên cứu này có hai mục đích sử dụng chính – cung cấp số liệu cơ bản về công tác lập kế hoạch cho khu mỏ và thông tin cần thiết cho giai đoạn khôi phục và đóng cửa khu mỏ, khi đang khôi phục khu mỏ cho mục đích sử dụng đã thống nhất sau thời gian khai thác.

Những yếu tố quan trọng cần được xem xét trong nghiên cứu trước khai thác gồm các yêu cầu pháp lý, môi trường, địa hình, đất và quan điểm của cộng đồng. Quan điểm của cộng đồng rõ ràng là yếu tố quan trọng trong việc quyết định mục đích sử dụng đất cuối cùng vì gần như chắc chắn họ sẽ là đối tượng sử dụng khu mỏ. Kiến thức và chuyên môn của họ cũng sẽ là đóng góp vô giá để hiểu rõ mọi khía cạnh của khu mỏ.

Mục đích sử dụng đất sau khai thác cho một khu vực nên được xác định qua trao đổi thảo luận với những nhóm quan tâm thích hợp như các ban ngành chính phủ, hội đồng chính quyền địa phương, các tổ chức phi chính phủ, Chủ đất Truyền thống và những người sở hữu đất cá nhân.

Hiểu rõ khu mỏ, gồm cả những đặc tính thoát nước, cũng sẽ cần thiết khi thiết kế và bố trí các bộ phận của hoạt động khai thác. Thông qua chuyển thông tin này vào phần mềm khai thác mỏ, các nhà hoạt định khu mỏ sẽ lập mô hình chi tiết trên máy tính cho khu đất ban đầu và hệ thống thoát nước trên đó để quyết định về việc khôi phục và thay đổi trong bản thiết kế cuối cùng.

Cũng giống như mọi công nghệ máy tính khác, quá trình phát triển diễn ra và lỗi thời nhanh chóng. Do đó, những nguyên tắc trong quá trình số hóa và phân tích số liệu quan trọng hơn những gói phần mềm cụ thể được sử dụng. Mục đích sử dụng cuối cùng cho khu đất bỏ không do hoạt động khai thác mỏ cũng yêu cầu xem xét đánh giá và lập kế hoạch. Công tác lấp đầy địa hình trở lại có thể không kinh tế trong một số công ty, nhưng trong những công ty khác quá trình lập kế hoạch có thể ngăn chặn hiện tượng bỏ không. An toàn cũng là yếu tố quan trọng và cần có thiết kế sáng tạo cùng với những vật cản và cảnh báo quan trọng.

## 2.0 PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÀ KHÔI PHỤC KHU MỎ

Những khu mỏ có quá trình phục hồi yếu kém sẽ tạo ra vấn đề khó khăn về trách nhiệm pháp lý cho cơ quan chính phủ, cộng đồng và công ty và cuối cùng gây suy giảm uy tín của cả ngành khai thác mỏ. Dần dần, khi khả năng tiếp cận nguồn lực trở nên gắn chặt với uy tín của ngành, những quá trình đóng cửa hiệu quả và khôi phục khu mỏ một cách thỏa đáng trở thành yếu tố tiên quyết đối với khả năng xây dựng những dự án mới của một công ty. Quá trình lập kế hoạch sơ sài luôn khiến chi phí khôi phục và đóng cửa khu mỏ tăng lên đồng thời giảm tổng lợi nhuận kinh tế. Áp dụng một phương pháp tiếp cận tổng hợp hơn cho công tác khôi phục mỏ và tiến hành dần dần có thể đem lại kết quả khôi phục khu mỏ hiệu quả. Một loạt các khung chính sách phát triển bền vững đã được ngành và các tổ chức khác xây dựng. Hiện nay, những chính sách này đang trở thành động lực để cải thiện phương thức hoạt động.

Để tạo ra một khung cơ cấu để gắn kết và thực hiện cam kết của ngành đối với vấn đề phát triển bền vững, Hội đồng Khoáng sản Úc đã xây dựng Duy trì Giá trị – Khung Phát triển Bền vững của Ngành Khoáng sản Úc. Duy trì giá trị đặc biệt hướng tới mục tiêu hỗ trợ các công ty vượt ngoài nhiệm vụ tuân thủ quy định và vươn tới duy trì và củng cố giấy phép hoạt động xã hội.

Bảng 1: Nguyên tắc/Thành phần/Hướng dẫn của Duy trì Giá trị

ICMM Nguyên tắc/ Hướng dẫn Thành phần	Mô tả
Nguyên tắc 6	Nỗ lực liên tục cải thiện hiệu quả về môi trường của chúng ta
Thành phần 6.3	Khôi phục đất bị xáo trộn hoặc sử dụng do tiến hành các hoạt động tuân theo những hình thức sử dụng đất sau quá trình khai thác mỏ.
Hướng dẫn	Thảo luận bàn bạc với các bên liên quan và xây dựng một kế hoạch đóng cửa, trong đó xác định rõ hình thức sử dụng đất sau khi đóng cửa khu mỏ.
	Nếu thích hợp, tiến hành khôi phục dần dần trong quá trình vận hành. Giám sát những tiêu chí thành công như đã thống nhất với các bên liên quan. Báo cáo hiệu quả hoạt động.
	Thực hiện và hỗ trợ nghiên cứu trong phương thức khôi phục đất và nước
	Sử dụng công nghệ phù hợp để giảm nhẹ các tác động tiêu cực với môi trường và nâng cao kỹ thuật khôi phục khu mỏ.
	Quản lý và trong trường hợp phù hợp, tiến hành khôi phục các xáo trộn trong lịch sử tới một tiêu chuẩn phù hợp. (xem thành tố 4.1, 6.3, .6.4, 7.1, 7.3, 9.1, 10.3).

## 2.1 Phát triển bền vững: những khía cạnh môi trường

Không nên cho rằng mục tiêu của toàn bộ quá trình khôi phục là một dạng thức nào đó của hệ sinh thái tự nhiên gần giống như hệ sinh thái đã tồn tại trước khi khai thác mỏ. Tại những khu vực hẻo lánh của Úc, biến khu mỏ trở lại một hệ sinh thái tự nhiên ổn định thường là lựa chọn được ưa chuộng. Nếu thành công, điều này sẽ tạo ra hình thức sử dụng đất cuối cùng với ít yêu cầu bảo dưỡng hướng tới kiểm soát phát sinh ô nhiễm tiềm ẩn từ khu mỏ.

Tại những khu vực tập trung đông dân cư hơn của Úc (như những vùng nông nghiệp hoặc những khu mỏ gần với trung tâm dân cư), sẽ có nhiều hình thức sử dụng đất hơn để lựa chọn. Khi những hợp phần của khu mỏ có khả năng được sử dụng cho nông nghiệp hoặc các hoạt động cộng đồng, sẽ có nhu cầu đối với việc liên tục quản lý. Điều quan trọng là phải hình thành ngay từ ban đầu năng lực lâu dài của cộng đồng địa phương, hội đồng địa phương và các nhóm cộng đồng để thực hiện những hoạt động này. Nếu không có một cam kết dài hạn và các nguồn lực phù hợp, các chương trình khôi phục theo quản lý có thể cuối cùng sẽ đi đến thất bại.

### 2.1.1 Các yêu cầu của cơ quan chức năng

Các yêu cầu của cơ quan chức năng đặt ra những hạn chế thực sự đối với các lựa chọn khôi phục. Những hạn chế này có thể xuất hiện dưới dạng các chương trình sử dụng đất của khu vực, theo đó giới hạn các kiểu hình thức sử dụng đất cuối cùng có thể được thực hiện. Nếu một khu vực được dành cho một dòng chảy thì sẽ có những yêu cầu đưa khu mỏ trở lại trạng thái phù hợp với mục tiêu đó. Điều này có thể ngăn cản hình thức thâm canh do nguy cơ thuốc bảo vệ thực vật hoặc phân bón có thể thấm thấu và làm ô nhiễm hệ thống dòng chảy của địa phương. Nếu bao quanh khu mỏ là các hệ sinh thái tự nhiên, việc áp dụng mô hình nuôi cá thâm canh có thể đe dọa tới các loài cá bản xứ sinh sống trong các dòng chảy xung quanh.

Các quy định điều tiết đối với hoạt động khôi phục cũng có thể được đặt ra trong các quy định cho phép nhất định để phê duyệt hoạt động khai thác mỏ. Trong một số trường hợp sẽ có một hệ thống quy định tiêu chuẩn áp dụng cho dự án, nhưng càng ngày người dân càng có thêm cơ hội đóng góp xây dựng nên các quy định đó. Điều này có thể sớm đem lại một cơ hội cho việc hợp tác với cộng đồng vì lợi ích lẫn nhau của dự án, các cơ quan chức năng và cộng đồng.

### 2.1.2 Các giới hạn vật chất

Những thuộc tính vật chất của một khu mỏ tạo ra những giới hạn sau cùng cho những kết quả có thể đạt được trong khuôn khổ một chương trình khôi phục. Có thể không có khả năng tái thiết lập một số loại thực vật, ví dụ như rừng nhiệt đới hoặc rừng ẩm, nếu khu mỏ thiếu một số đặc điểm yêu cầu (như mưa rừng và nhiệt độ ẩm). Điều đó có thể do cơ chế khí hậu bình thường của khu mỏ, những quá trình như thay đổi khí hậu hoặc kết quả trực tiếp của hoạt động khai thác mỏ. Điều cần thiết là phải xác định được các giới hạn vật chất càng sớm càng tốt trong quá trình tư vấn trao đổi để quản lý những kỳ vọng của các bên liên quan.

Một số những giới hạn vật chất chủ chốt cần cân nhắc trong quá trình tư vấn trao đổi được đưa vào Bảng 2:

Bảng 2: Những giới hạn vật chất chủ chốt

**Khí hậu:** Cơ chế khí hậu là một yếu tố quan trọng nhất cần cân nhắc khi xây dựng các lựa chọn khôi phục khu mỏ. Nếu mục đích cuối cùng là tạo được một cảnh quan ổn định, mục tiêu này luôn phải nhất quán với những điều kiện khí hậu nổi trội và sự cân nhắc đối với những thay đổi khí hậu có thể xảy ra. Lượng mưa và nhiệt độ tạo ra những giới hạn thực sự đối với những kết quả có thể đạt được ở khu mỏ.

**Kích cỡ:** Quy mô của khu mỏ tạo ra tác động đối với các phương án có thể lựa chọn. Hình dạng của khu mỏ cũng sẽ là một yếu tố, nhất là khi tính tới các vấn đề tạo ra ảnh hưởng mạnh mẽ như các loài động thực vật bản xứ sinh sống tràn lan và cỏ dại phát triển mạnh mẽ.

**Kiểu đá/đất:** Kiểu đất (đất sét, đất mùn, đất cát), các thuộc tính lý hóa (độ pH, đất sét kết dính/không kết dính) và các chất dinh dưỡng có trong đất là các yếu tố tiên quyết tới loại thực vật nào sẽ phát triển thuận lợi trên khu mỏ. Các phương thức quản lý như sử dụng phân bón và chất bổ sung cho đất, và giữ lại lớp đất mặt để sử dụng trong công tác khôi phục sau đó, có thể giảm nhẹ một số giới hạn, nhưng có thể mất hàng chục năm để tạo ra vòng dinh dưỡng cần thiết cho mục tiêu tái lập.

## 2.2 Phát triển bền vững: những khía cạnh xã hội

Các công ty khai thác mỏ tại Úc đã đưa ra cam kết đối với nhiệm vụ phát triển kinh tế và xã hội cho những cộng đồng tại nơi họ hoạt động. Điều này đòi hỏi phải có một cam kết giảm thiểu những tác động tiêu cực của hoạt động khai thác mỏ đối với các cộng đồng lân cận, cũng như nêu ra vấn đề về cách duy trì hoặc cải thiện mức sống và tính bền vững xã hội của các cộng đồng chịu ảnh hưởng.

### 2.2.1 Hợp tác với cộng đồng

Đạt được thống nhất về hình thức sử dụng đất cuối cùng cho các khu mỏ đã khôi phục liên quan tới việc cân trọng cân đối giữa các yêu cầu của cơ quan chức năng, người dân địa phương và cộng đồng rộng hơn. Lời khuyên chi tiết hơn về chủ đề này có thể tìm thấy trong sổ tay Đóng cửa và Hoàn thành Khu mỏ trong loạt ấn phẩm này. Mục tiêu của cộng đồng, sự hợp tác và trao đổi ý kiến về hình thức sử dụng đất cuối cùng là phải đạt được thống nhất về các mục tiêu cho khu mỏ, cho phép công ty có thể rút lui hoạt động tại khu mỏ theo phương thức đáp ứng yêu cầu của cơ quan chức năng và thỏa mãn kỳ vọng của cộng đồng. Khôi phục dần dần là một quá trình diễn ra trong suốt thời gian hoạt động của khu mỏ, giúp các mục tiêu sử dụng đất cuối cùng được hoàn thành.

Sổ tay Phương thức Hàng đầu trong loạt ấn phẩm này mang tên: Tham gia và Phát triển Cộng đồng cung cấp những thông tin thêm và nghiên cứu tính hướng về phương thức tốt nhất cho những chương trình tham gia và phát triển cộng đồng một cách hiệu quả.

Các phương án khôi phục được chọn cho khu mỏ cần phải mang tính phù hợp và là sự bổ sung lý tưởng cho việc sử dụng đất xung quanh. Nên chú ý đặc biệt tới bất cứ cơ hội đóng góp hoặc tạo ra môi trường sống liên kết giữa các dấu vết thực vật còn sót lại. Cũng sẽ có cơ hội hình thành một kế hoạch khôi phục khu vực quy mô lớn hơn trong đó cân nhắc tới các hoạt động sử dụng đất xung quanh. Quá trình chia sẻ kiến thức chuyên môn và điều phối các hoạt động quan trọng có thể dẫn tới lợi ích của cộng đồng được tăng lên rõ rệt.

Một số cơ quan có thẩm quyền tham gia vào quá trình lập kế hoạch đa dạng sinh học cấp độ cảnh quan, như những kế hoạch đa dạng sinh học đang được thực hiện tại New South Wales. Lập kế hoạch ở cấp độ này là cách hiệu quả để quản lý nhiều vấn đề như hành lang động thực vật hoang dã, quyết định phân bố nước môi trường và quản lý các loài đang bị đe dọa và các cộng đồng sinh thái trong quá trình đánh giá và phê duyệt.

## Nghiên cứu tình huống: Hợp tác với các cộng đồng trong quá trình lập kế hoạch hoạt động của khu mỏ

Mỏ than Gregory Crinum, Queensland, Úc

Gregory Crinum nằm cách trung tâm nông thôn Emerald 60km về phía đông bắc và Gladstone của Queensland 375km về phía tây bắc, bao gồm hai khu mỏ. Hoạt động tại mỏ lộ thiên Gregory bắt đầu vào năm 1979, đồng khởi một mỏ ngầm Crinum gần đó được mở cửa vào năm 1995. Cả hai mỏ đều được công ty BHP Billiton Mitsubishi Alliance (BMA) điều hành. Các hoạt động lộ thiên và ngầm cung cấp than đá cho một nhà máy chuẩn bị và vận chuyển ra ngoài. Các mỏ này nằm trong một khu vực đã được phát quang để có thể chăn thả gia súc và canh tác nông nghiệp, nhưng vẫn còn có những khu vực cây cối thừa lại và một vài khu vực trong số đó có giá trị cần bảo tồn do tình trạng hiếm có của chúng. Phương thức hàng đầu hiện tại cho các hoạt động mới là phải trao đổi tư vấn với cộng đồng ở ngay giai đoạn đầu tiên của dự án. Các phương pháp trao đổi tư vấn với cộng đồng mà BMA sử dụng để xây dựng kế hoạch hoạt động tổng thể cho khu mỏ là một ví dụ tốt về cách các công ty khai thác hiện tại có thể cải thiện phương thức và hợp tác với các bên liên quan như thế nào để hỗ trợ đưa ra các quyết định quan trọng cho những vấn đề sử dụng đất dài hạn.

Quá trình bắt đầu bằng một cuộc họp cộng đồng được tổ chức vào tháng 9 năm 2002. Một nhóm công tác của cộng đồng được thành lập gồm đại diện của các bên liên quan tại địa phương. Nhóm này bao gồm đại diện của Landcare; các nhóm môi trường, lập kế hoạch khu vực và nông nghiệp, chính quyền địa phương, Cơ quan Bảo vệ Môi trường Queensland và ban quản lý mỏ Gregory Crinum, đội ngũ nhân viên quan hệ cộng đồng và môi trường. Một cán bộ hướng dẫn độc lập được ký hợp đồng tư vấn để giúp quản lý quá trình này.

Ý kiến đóng góp từ nhóm này được sử dụng để giúp quyết định những phương án sử dụng tốt nhất trong tương lai đối với các đơn vị đất (hoặc khu đất) khác nhau trong cả hợp đồng thuê đất khai thác mỏ sao cho khu mỏ có thể thực hiện những công tác quản



**Bãi cỏ và cây bóng mát trên địa hình đất khai thác mỏ**

lý đất cần thiết, hình thành những hệ thực vật, cây bụi và cỏ thích hợp – mọi yêu cầu cần thiết để đưa kế hoạch trở thành hiện thực.

Nhóm này cũng đã giúp xây dựng những tiêu chí sẽ được sử dụng để đánh giá các nỗ lực khôi phục trong tương lai của Gregory Crinum có tiến triển thành công hay không đối với mục đích sử dụng đất đó.



### **Khu vực bờ bụi Yellowwood chưa khai mở**

Những công cụ đánh giá thành công cụ thể đã được xây dựng dựa trên quy mô tiềm năng các phương thức sử dụng đất sau khai thác. Các kiểu tiêu chí đánh giá gồm có hình thành hệ thực vật (mật độ, cấu tạo, sự phong phú các chủng loài và tính bền vững); quản lý bụi bần, hỏa hoạn, cỏ dại và động vật hoang dã; chức năng hệ sinh thái, tính liên kết như liên kết các khu vực có tầm quan trọng về môi trường, quản lý đất sau khai thác mỏ và tính bền vững của các phương thức sử dụng đất sau khai thác được đề xuất. Bảo vệ các cây trồng sót lại của Brigalow được đánh giá là nhiệm vụ quan trọng cho công tác bảo tồn liên tục những hệ sinh thái đang bị đe dọa trong phạm vi của môi trường sống của loài kanguru nhỏ có đuôi cụp.



### **Loài kanguru nhỏ có tai và đuôi cụp**

Hiện nay BMA đang áp dụng một phương pháp tiếp cận tương tự để xây dựng chiến lược khôi phục và đóng cửa khu mỏ tại các mỏ than khác của công ty.

Thông tin về nghiên cứu tình huống này được Mỏ Gregory Crinum của BMA cung cấp. Thông tin thêm về quá trình trao đổi tư vấn với cộng đồng được áp dụng có thể tìm thấy bằng cách liên hệ với BMA tại [www.bmacoal.com](http://www.bmacoal.com).

Một quá trình đánh giá đã được xây dựng để đảm bảo kế hoạch tiến triển theo thời gian để thể hiện những giá trị cộng đồng đang thay đổi và tiến bộ trong kiến thức khoa học.

Nhóm công tác của cộng đồng họp 16 lần trong tám tháng. Các thành viên đã thống nhất số lượng phương án sử dụng đất có thể áp dụng trên những khu đất khác nhau. Những phương án này bao gồm các khu vực bảo tồn thực vật bản địa, chăn thả gia súc, nông lâm nghiệp, giải trí, trồng trọt và công nghiệp.

Quá trình đánh giá liên tục sẽ bao gồm những thông tin tuần hoàn của Gregory Crinum về những bước phát triển có thể tác động tới kế hoạch khai thác mỏ. Sau đó, mỗi năm một lần, những thành viên hiện thời của nhóm công tác cộng đồng và các thành viên và nhóm cộng đồng được mời sẽ tiến hành họp để đánh giá kế hoạch tổng thể của khu mỏ, đánh giá tiến độ khôi phục hiện thời so với những công cụ đánh giá thành công và nếu cần thiết thay đổi nội dung của kế hoạch.



### 2.2.2 Quản lý di sản bản địa

Khoảng 60 phần trăm các hoạt động khai thác mỏ diễn ra liên kết các cộng đồng Bản địa. Đối với nhiều hoạt động sẽ nảy sinh vấn đề quản lý di sản Bản địa. Các công ty thường tìm kiếm hỗ trợ từ bên ngoài để quản lý các vấn đề về di sản văn hóa Bản địa khi nhận thức được các kỹ năng chuyên môn cần thiết để giải quyết thành công các vấn đề này. Các tiêu chuẩn và hệ thống quản lý thành công yêu cầu phải có trao đổi tư vấn và đánh giá sớm cùng cộng đồng Bản địa thích hợp để khẳng định liệu những hoạt động đề xuất có khả năng tác động tới những giá trị văn hóa bản địa hay không và cùng với người dân Bản địa, thảo luận và xây dựng hình thức tốt nhất để lập kế hoạch và tiến hành các hoạt động này nhằm tránh hoặc giảm thiểu những tác động như vậy.

Vấn đề tiên quyết là xác định Chủ đất Truyền thống và các cộng đồng Bản địa khác cùng những quyền lợi và quan tâm về khu khai thác. Hiểu biết về khu khai thác có thể phụ thuộc vào những hạn chế về mặt văn hóa. Người dân Bản địa có khả năng sẽ mô tả tầm quan trọng của một địa điểm di sản trong những điều khoản chung và có thể tránh thảo luận về các giá trị và địa điểm di sản do yếu tố nhạy cảm về văn hóa.

Giám sát và quản lý tác động của hoạt động khai thác mỏ đối với môi trường địa phương và khôi phục những khu vực chịu tác động của hoạt động khai thác mỏ là những vấn đề quan trọng đối với cộng đồng Bản địa và các bên liên quan khác. Trong nhiều trường hợp, lựa chọn có thể chấp nhận duy nhất đối với người dân Bản địa có thể sẽ là việc bảo vệ hoàn toàn một số khu mỏ. Kỳ vọng của cộng đồng Bản địa đối với quá trình khôi phục có thể bao gồm việc phục hồi một khu mỏ quan trọng, nơi có thể đã bị dời bỏ hoặc điều chỉnh sau thời gian khai thác. Những yêu cầu quản lý bản địa có thể sẽ bao gồm các vấn đề như thu hồi, loại bỏ và/hoặc lưu giữ các giá trị văn hóa chịu tác động của hoạt động khai thác mỏ và trả lại các vật chất đã bị lấy khỏi khu vực để phân tích.

Cùng với tầm quan trọng tiên quyết trong quản lý các khu di sản văn hóa, hiểu biết của người Bản địa có thể đem lại sự hỗ trợ quý giá để tìm hiểu về môi trường của khu mỏ trước khi khai thác và những quan hệ sinh thái qua lại giữa các cá thể loài và những hệ sinh thái có thể có vai trò quan trọng đối với thành công của việc hình thành hệ sinh thái bản xứ trong các chương trình khôi phục.

### 2.2.3 Quản lý di sản phi bản địa

Cùng với nhu cầu cân nhắc tính toán tới yếu tố di sản Bản địa, các khu mỏ cũng có khả năng phải tính tới những khu vực quan trọng đối với lịch sử phi bản địa, nhất là tại những khu vực có lịch sử định cư và khai thác mỏ lâu đời.

Cho dù một số khu vực này có thể đã có trong danh sách bảo trì chính thức của các cơ quan chức năng, các công ty khai thác cũng không bao giờ nên chỉ dựa vào các cơ quan chức năng trong việc xác định mọi giá trị di sản liên quan của một khu mỏ.

Hoạt động hợp tác với cộng đồng nên tập trung vào việc xác định những khu vực quan trọng đối với cộng đồng. Đặc biệt đây là trường hợp đối với cảnh quan và các giá trị tiện nghi khác khi sự ghi nhận và bảo vệ chính thức cho những giá trị này sẽ khác nhau rõ rệt giữa các cơ chế pháp luật.

## 2.3 Phát triển bền vững: từ góc độ kinh doanh

Phương thức kinh doanh để tiếp cận vấn đề khôi phục khu mỏ trong khuôn khổ phát triển bền vững một cách có kế hoạch, có tổ chức và có tính hệ thống, được thực hiện dần dần trong cả quá trình hoạt động của dự án.

### Nâng cao công tác quản lý khu mỏ

- những cơ hội để tối ưu hóa quá trình lập kế hoạch và vận hành khu mỏ trong thời gian hoạt động để khai thác hiệu quả tài nguyên và phục vụ việc sử dụng đất sau khai thác (ví dụ giảm quá trình xử lý kếp đối với vật liệu phế thải và đất mặt, giảm khu vực đất bị xóa trộn)
- xác định những khu vực có nguy cơ cao là nhiệm vụ ưu tiên cho công tác nghiên cứu và khắc phục liên tục
- khôi phục dần dần tạo ra cơ hội kiểm tra và tăng cường kỹ thuật áp dụng
- giảm nguy cơ không chấp hành quy định.

### Tăng cường sự tham gia của các bên liên quan trong quá trình lập kế hoạch và ra quyết định

- xây dựng các chiến lược và chương trình dựa trên thông tin thực tế đầy đủ hơn để giải quyết những tác động của việc khôi phục, tốt nhất nên nằm trong một phương pháp tiếp cận phát triển cộng đồng từ thời điểm hoạt động ban đầu của khu mỏ
- tăng khả năng tiếp nhận của cộng đồng đối với các đề xuất khai thác mỏ trong tương lai
- tăng cường hình ảnh và uy tín công cộng.

### Giảm thiểu những nguy cơ và chi phí phát sinh

- đảm bảo cung cấp vật liệu và tài chính cho công tác khôi phục khu mỏ nhờ ước tính chính xác hơn cho chi phí khôi phục khu mỏ
- giảm nguy cơ phải gánh chịu chi phí phát sinh ngoài dự tính liên quan tới rủi ro và nguy cơ đe dọa môi trường và an toàn công cộng.



## 3.0 LẬP KẾ HOẠCH

### 3.1 Trao đổi tư vấn trong quá trình lập kế hoạch khai thác mỏ ban đầu

Trong quá trình lập kế hoạch khôi phục mỏ, nên tập trung xác định những nhóm và tổ chức hiện tại trong cộng đồng, những nhân tố đã tham gia vào các hoạt động kiểu này. Các nhóm như Landcare, Greening Australia, tổ chức nông thôn và những người giám sát tập quán sử dụng đất truyền thống có hiệu biết sâu rộng về địa phương. Kiến thức của họ có thể giúp giảm thiểu tác động của hoạt động khai thác và tăng cường cơ hội để khôi phục thành công.

Phần lớn nội dung của giai đoạn ban đầu này trong quá trình lập kế hoạch khôi phục là hình thành khi có những khoảng cách về kiến thức và xác định các chương trình nghiên cứu hoặc thực nghiệm nhất định cho khu vực để cung cấp những thông tin quan trọng. Trao đổi tư vấn với các nhóm liên quan chủ chốt trong giai đoạn này có thể đem lại những chương trình thực nghiệm và nghiên cứu có trọng tâm rõ hơn và tăng cường khả năng trao đổi kiến thức vào trong các dự án cộng đồng. Ở những khu vực đã tiến hành các hoạt động giải tỏa triệt để, như các khu vực nông nghiệp, điều này có thể đưa các chương trình khôi phục lồng ghép vào trong những dự án quản lý đất quy mô lớn hơn của vùng.

### 3.2 Những yêu cầu pháp lý

Mỗi tiểu bang và vùng lãnh thổ của Úc đều có những yêu cầu pháp lý riêng liên quan tới xử lý và quản lý vật liệu phế thải (đất) tại các khu mỏ. Các công ty nên liên hệ với cơ quan pháp luật thích hợp để thảo luận về các yêu cầu của họ cũng như những hướng dẫn hiện hành mà có thể cần phải xem xét.

### 3.3 Xác định tính chất vật liệu

Cả vật liệu phế thải và quặng cần khai thác có thể tạo ra những cơ hội và rủi ro đối với công tác khôi phục. Quá trình xác định tính chất của đất mặt và tạp chất nên được bắt đầu ngay tại giai đoạn thăm dò và tiếp tục cho tới giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi và khả thi để làm cơ sở cho việc lên kế hoạch cho khu mỏ. Việc sớm xác định tính chất của vật liệu giúp xây dựng các kế hoạch nhằm giảm thiểu những rủi ro tiềm ẩn và thu được lợi ích lớn nhất từ loại vật liệu có thể đặc biệt phù hợp cho xây dựng hạ tầng cơ sở của khu mỏ hoặc cho hình thức sử dụng trong thời gian khôi phục.

Nên tiến hành xác định tính chất của các vật liệu này để đảm bảo chúng không có khả năng tạo ra tác động trái chiều hoặc cản trở thành công của công tác tái phủ xanh trong thời gian khai thác hoặc khi đóng cửa. Yêu cầu cho quá trình xác định tính chất tiếp diễn trong suốt quá trình hoạt động của khu mỏ, đặc biệt ở những nơi mà loại quặng và kế hoạch của khu mỏ thay đổi theo phản ứng của tình trạng sau khi tung ra thị trường.

Những cấu trúc khu mỏ như đường vận chuyển (ROM), đường trường hoặc những khu vực nhà thầu chuyển tới nên chỉ được xây dựng bằng vật liệu "ôn hòa". Nếu có thể, những cấu trúc này nên được đặt tại các khu vực đã được giải phóng để giảm thiểu khối lượng công việc khôi phục yêu cầu.

Để ổn định và khôi phục địa hình đất, xác định tính chất của vật liệu có thể cho phép sắp xếp theo lựa chọn trong quá trình xây dựng địa hình đất để giảm thiểu các rủi ro xói mòn hoặc thất bại trong nhiệm vụ tái phủ xanh. Điều này cũng có thể tạo điều kiện cho công tác cứu chữa, lập kế hoạch hoặc điều tra trở nên kịp thời với hiệu quả kinh tế cao hơn.

Việc xác định tính chất của các vật liệu thông thường bao gồm phân tích khoáng vật, vật lý, hóa học và sinh học. Giá trị của các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm vận dụng trong quá trình xác định tính chất của các vật liệu tại khu mỏ phụ thuộc nhiều vào thiết kế hiệu quả của phương thức lấy mẫu. Dollhopf (2000), De Gruijter (2002) và Yates and Warrick (2002) cung cấp những hướng dẫn hữu ích cho các hoạt động này.

Các thử nghiệm trong phòng thí nghiệm vô cùng có ích trong việc xác định những giới hạn chủ yếu đối với tính ổn định hoặc sự phát triển của cây trồng. Đối với một số loại thực vật nhất định, các thực nghiệm trong nhà kính (Asher et al., 2002) và tại khu mỏ có thể sẽ cần thiết để đánh giá những khía cạnh chi tiết hơn về hiệu quả của các loài cây khác nhau trên chân đất sau khi khai thác (Bell, 2002).

#### Phân tích khoáng vật

Phân tích khoáng vật là một công cụ hỗ trợ hữu ích trong việc xác định tính chất của tập chất, đá phế phẩm, vật liệu để lọc vàng và phế liệu vì phương pháp này có thể xác định được sự tồn tại và bản chất của các sunfua có khả năng tạo ra axit và có thể ảnh hưởng nghiêm trọng tới sự phát triển của cây trồng trực tiếp thông qua độ pH thấp hoặc gián tiếp thông qua gây lượng kim loại hòa tan tập trung quá nhiều.

Một cuộc thảo luận toàn diện về các thí nghiệm phù hợp để đánh giá giới hạn khoáng vật của các vật liệu tại khu mỏ nhằm tạo điều kiện cho cây trồng phát triển đã được giới thiệu trong Dixon and Schulze (2002). Những thí nghiệm thích hợp để đánh giá giới hạn địa hóa của đất mỏ và phế thải của mỏ trong vai trò môi trường phát triển của cây được mô tả trong Williams and Schuman (1987), Hossner (1988) and Sparks et al. (1996). Sổ tay hướng dẫn MEND Tập 2 (Tremblay et al, 2002) mô tả phương pháp tiếp cận xây dựng tại Canada để lấy mẫu và phân tích địa hóa cho các vật liệu tại khu mỏ.

#### Phân tích vật lý

Những thí nghiệm vật lý tạo điều kiện đánh giá những thuộc tính có tầm quan trọng đối với sự phát triển của cây trồng, đó là:

- khả năng cấp nước thỏa đáng giúp cây trồng có thể sống sót qua những giai đoạn khan hiếm nước,
- hệ thống thoát nước nội bộ phù hợp để tránh hiện tượng ức chế phát triển của rễ cây do thiếu không khí và
- sự cản trở cơ giới không giới hạn đối với quá trình bám rễ.

Ngoài ra, những thí nghiệm vật lý được thực hiện để dự đoán tính nhạy cảm của đất và đá phế phẩm đối với hiện tượng xói mòn. Thông tin này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong việc xây dựng địa hình đất ổn định sau thời gian khai thác.

Những số đo cụ thể cho đặc tính vật lý của đất có thể gồm:

- phân bố kích thước hạt
- tính đàn hồi của đất và phế liệu mịn

- mật độ hoặc trạng thái xốp
- độ chắc và độ nén
- khả năng giữ nước và dẫn nước, cả trong điều kiện ngập nước và không ngập nước.

Khả năng giữ nước của một chân đất nhìn chung được định nghĩa là khả năng giữ nước cho cây (PAWC), một chức năng không chỉ là khả năng giữ nước của một vật liệu cụ thể mà còn là tạo ra độ sâu cho rễ. Lưu thông nước từ các lớp bề mặt xuống dưới sâu cũng là một chức năng của PAWC, khi PAWC thì khả năng thẩm thấu nước sẽ lớn hơn.

Mức độ PAWC cần thiết để cây phát triển tốt và giảm thiểu hiện tượng thẩm thấu nước xuống dưới sâu là một chức năng của lượng mưa và cơ cấu mưa. Tuy nhiên, có khả năng sẽ xảy ra tình huống khi khả năng dẫn nước của các lớp bề mặt có thể hạn chế nước thấm xuống và có thể giảm nghiêm trọng lượng nước cho cây. Bất cứ mô hình cân bằng nước nào được thực hiện cũng nên xem xét tới tác động của đặc tính đất đối với khả năng thẩm thấu của nước cũng như tác động khi cây phát triển đối với đặc tính đất. Hệ quả lượng nước thẩm thấu tăng lên nhiều do cây phát triển đã được phổ biến rộng rãi trong các báo cáo (Silburn et al., 1992; Scanlan et al., 1996; Carroll et al., 2000).

Việc xác định tính chất vật lý của các vật liệu tại khu mỏ chủ yếu dựa trên quá trình thí nghiệm trong phòng thí nghiệm bổ sung bằng thực nghiệm để thể hiện rõ hơn điều kiện và quy mô thực địa. Những ví dụ về thực nghiệm bao gồm việc sàng lọc quy mô lớn đá phế phẩm chất lượng tồi, ước tính phân bố kích thước hạt của đá phế phẩm chất lượng tồi nhờ phân tích ảnh kỹ thuật số có độ phân giải cao trên máy tính, kiểm tra mật độ tại khu khai thác (trong đó có kiểm tra thay nước quy mô lớn cho đá phế phẩm chất lượng thấp) và kiểm tra tính thấm của đá phế phẩm, phế liệu và vật liệu phủ ở khu khai thác.

Những thí nghiệm thích hợp để đánh giá giới hạn vật lý của vật liệu tại khu mỏ trong vai trò là môi trường phát triển của cây được mô tả trong Williams and Schuman (1987), Hossner (1988) and Sparks et al. (2000) and Dane and Topp (2002).

#### Tính xói mòn

Xét theo nghĩa rộng, tính xói mòn mô tả sự nhạy cảm của một vật liệu nhất định đối với hiện tượng xói mòn. Do có sự khác nhau rất lớn về tính xói mòn của các vật liệu đào lên trong quá trình khai thác mỏ, việc sử dụng các thiết kế mặt nghiêng dốc chung có lẽ sẽ không đem lại thành công lâu dài.

Tính xói mòn có thể đoán trước (với độ chính xác hạn chế) trên cơ sở thuộc tính vật liệu hoặc có thể đo đạc với độ chính xác lớn hơn nhờ các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm hoặc thực nghiệm ngoài thực địa (Loch 2000a). Điều cốt yếu là các phương pháp đo đạc này xét tới những mẫu đặc trưng của vật liệu quan tâm và đảm bảo vật liệu (khi được kiểm tra) ở trong điều kiện tương đồng với điều kiện dài hạn của thực địa. Kiểm tra tính xói mòn có thể gồm các nghiên cứu phòng thí nghiệm hoặc thực địa bằng các dòng chảy trên mặt đất hoặc điều kiện mô phỏng mưa, hoặc có thể sử dụng các ô thực địa trong điều kiện mưa tự nhiên.

Các thuộc tính đất có thể ảnh hưởng trực tiếp tới tính xói mòn gồm có:

- khả năng thấm nước, chịu ảnh hưởng của cấu trúc đất và sự ổn định cấu trúc, thực vật và động vật côn trùng trong đất.
- tính liên kết của đất, có thể ảnh hưởng tới tỷ lệ tách rời của trầm tích
- các thuộc tính trầm tích (kích thước và mật độ), ảnh hưởng tới tốc độ di chuyển trầm tích.

Các vật liệu đá thông thường có khả năng chống lại xói mòn do kích thước tương đối lớn và mật độ dày các phần tử đá xuất hiện ở lớp bề mặt. Đá có thể được coi như một thành tố bên trong của vật liệu hoặc một lớp phủ bên ngoài.

#### Phân tích hóa học

Một yếu tố quan trọng cần đánh giá và chú ý tới thuộc tính hóa học của chất thải khu mỏ là khả năng tạo ra axit từ quá trình oxy hóa sunfua, và chủ đề này đã được đề cập chi tiết trong một cuốn sổ tay liên quan.

Các thí nghiệm hóa học quan trọng khác cho đất và chất thải gồm có những thuộc tính ảnh hưởng tới sự phát triển của cây (pH, độ mặn và dinh dưỡng), tính ổn định của vật liệu và các kiểm tra đối với những thành tố có thể gây ra vấn đề cho chất lượng nước.

Ngay cả khi các phép phân tích chính xác được thực hiện trên những vật liệu để hỗ trợ lập kế hoạch hoạt động và đóng cửa cho khu mỏ, thành của việc xác định tính chất sẽ còn phụ thuộc vào việc sử dụng phương thức lấy mẫu chặt chẽ để đảm bảo có được đánh giá chính xác cho tính biến thiên của vật liệu.

#### Các giới hạn trên dưới của độ pH

Để đạt được thành công cho công tác khôi phục, vật liệu phế phẩm hoặc vụn liệu che phủ môi trường phát triển phải được kiểm tra để đảm bảo độ pH của vật liệu nằm trong khoảng 5,5 tới 8,5 nhìn chung được coi như ở mức chất nhận được cho cây trồng phát triển hoặc gần với mức pH của đất bề mặt tại chính địa phương đó. Điều này ghi nhận chắc chắn có những khu vực nơi cây trồng bản địa thích nghi được với độ pH nằm ngoài khoảng “thông thường” của chúng.

Những khía cạnh hóa học đơn giản nhất để đo lường môi trường sống tiềm năng là độ pH và độ mặn. Cho dù có những phương pháp phân tích đất tương đối rẻ và nhanh, nhưng các cực trên dưới của pH và độ mặn vẫn là những nguyên nhân phổ biến khiến cây kém phát triển tại các vùng được khôi phục.

#### Độ mặn

Tăng mao dẫn muối vào các lớp che phủ (lớp bề mặt) và thẩm thấu muối có thể xảy ra khi các vật liệu chưa muối được đào lên và đặt trên một địa hình ở trên mặt đất. Độ mặn tăng lên có thể kìm hãm nảy mầm, làm chậm tốc độ phát triển cây và giảm tính đa dạng của hệ sinh thái. Hiện tượng tăng mao dẫn muối có thể giảm thiểu bằng cách:

- sử dụng cát làm đất mặt bởi khả năng dẫn nước khi không ngập thấp hơn so với đất sét
- trộn đá với đất mặt để tăng khả năng lọc
- sử dụng đất mặt có độ dày lớn hơn 500 milimet.

#### Tính natri và khả năng đào hầm

Các vật liệu chứa natri nhìn chung được định nghĩa là những vật liệu có hơn sáu phần trăm khả năng trao đổi cation của đất do natri lẫn át. Tính natri là một vấn đề cần quan tâm bởi các vật liệu natri bị phân tán sét khi ẩm. Điều này dẫn tới khả năng thấm và thoát nước vô cùng thấp, khó định hình khi khô và gây ra khả năng tăng hiện tượng xói mòn theo rãnh rất lớn. Phân tán sét có vai trò quan trọng hơn trong những vật liệu có tỷ lệ sét cao so với các vật liệu có tỷ lệ sét ít hơn 10 phần trăm. Mức độ phân tán xảy ra cũng sẽ chịu ảnh hưởng bởi độ mặn có xu hướng ngăn chặn hiện tượng phân tán.

Xây dựng hệ thống hầm nói chung được lưu ý tại những vị trí trên một địa hình đất khi nước vũng đã lọc muối, bắt đầu hiện tượng phân tán sét và cũng tạo ra một nguồn nước vũng để dẫn hướng cho quá trình hình thành hệ thống hầm. Xói mòn hầm cũng có thể tìm thấy ở những vật liệu không phân tán, mịn, phù sa, và những phương pháp kiểm tra cần cân nhắc một loạt các cơ chế xói mòn hầm có thể xảy ra.

Vật liệu chứa natri thường được điều chỉnh bằng thạch cao (trừ khi đất đã có một lượng lớn thạch cao). Vôi có thể đem lại hiệu quả nếu vật liệu được điều chỉnh cũng có tính axit.

Tính natri nhìn chung được đánh giá thông qua những phần tích về các cation có thể trao đổi và Khả năng Trao đổi Cation (CEC). Đối với các vật liệu chứa muối, cần chú ý phân biệt giữa cation có thể hòa tan và cation có thể trao đổi.

### Dinh dưỡng cho cây

Để có được cảm nhận bao quát về hiện trạng dinh dưỡng đất, các phân tích có thể được thực hiện đối với những chất dinh dưỡng lớn (đạm, lân, kali cũng như canxi, magiê và lưu huỳnh), cùng với một loạt các vi chất dinh dưỡng. Tuy nhiên, sử dụng hiệu quả phân bón yêu cầu phải hiểu biết cụ thể về những điều kiện khôi phục nhất định.

Thật quá phiến diện khi cho rằng cây trồng bản địa thích nghi với điều kiện dinh dưỡng thấp và do đó không cần bổ sung thêm phân bón". Câu chuyện không phải luôn là như vậy; thực vật bản địa có thể phản ứng mạnh mẽ với những chất dinh dưỡng bổ sung nếu đất được bóc tách và thay thế có điều kiện giàu chất dinh dưỡng hơn. Những phản ứng đối với các loại dinh dưỡng cụ thể cũng có thể sẽ khác nhau và đôi khi tạo ra cơ hội phát triển thuận lợi cho một giống loại ưu chuộng nhờ các loài cạnh tranh của nó. Tương tự, mức dinh dưỡng cao hoặc mức độ cao của một thành tố cụ thể có thể góp phần phát triển một số loài cỏ dại.

Cách thức bón phân cũng đóng vai trò rất quan trọng. Ví dụ, trải rộ một chất dinh dưỡng bất động trên bề mặt của một khu vực được khôi phục có thể nhận được ít phản ứng vì rễ cây hiếm khi hoạt động trên bề mặt.

Khi việc bón phân có khuynh hướng chỉ được thực hiện một lần – khi gieo hạt – lượng phân bón sử dụng cần đạt được mức độ phản ứng ban đầu cũng như tính bền vững lâu dài của cộng đồng thực vật đang phát triển.

### Phân tích sinh học

Hệ thực vật bền vững trong cảnh quan sau khi khai thác là một phần của hệ sinh thái bền vững và yêu cầu các thành tố trên đất và dưới đất hoạt động trong khuôn khổ nhất định. Bước đầu tiên để đạt được hệ thực vật bền vững là phải tiến hành đánh giá điểm khởi đầu sinh học của các vật liệu sau khai thác mỏ, trong đó có phần đất mặt.

Những yếu tố cơ bản nên được cân nhắc là:

- Quần thể vi sinh vật hoặc hoạt động của các vật liệu – điều này sẽ cung cấp một chỉ số về mức độ hoạt động sinh học còn lại trong vật liệu và có thể được so sánh với lớp đất mặt xung quanh khu mỏ hoặc một vật liệu thích hợp tương tự khác.
- Hàm lượng hữu cơ tạo ra cơ sở cho hoạt động sinh học trước khi và trong khi khôi phục lại hệ sinh thái. Yếu tố này cũng đóng vai trò trong việc giữ nước và cung cấp dinh dưỡng.

- Lượng hạt giống có thể sống được trong vật liệu bề mặt đất – đây là một yêu cầu không thể thiếu nếu các hệ thống bản địa phải được khôi phục hoặc nếu phải kiểm soát cỏ dại.
- Những thực nghiệm trong nhà kính có thể xác định tính phù hợp của loài thí nghiệm đối với vật liệu khai thác mỏ và đánh giá được sự thiếu hụt dinh dưỡng và độc tính tiềm ẩn một cách chắc chắn hơn so với các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm.
- Chất đạm đệm (cộng sinh hoặc độc lập) thường là chìa khóa thúc đẩy các giai đoạn đầu trong quá trình phát triển hệ sinh thái. Có thể có vật chủ nhất định và sự tồn tại của những sinh vật chính xác có thể là cơ sở cho thành công của một số loài cây.
- Nấm Mycorrhizal tạo ra cơ chế chính để hấp thu chất dinh dưỡng trong phần lớn các loài cây bản địa của Úc. Loài cộng sinh này không phải là vật chủ như nhiều chất đạm đệm nhưng thường có vai trò quan trọng trong việc tăng cường khả năng hấp thu chất dinh dưỡng ổn định từ dưới đất, củng cố khả năng chống hạn và giúp hạn chế mầm bệnh.
- Những đánh giá chuyên môn như sự tồn tại vi khuẩn chuyển hóa lưu huỳnh có thể cần thực hiện trong một số trường hợp cụ thể.

Những yếu tố này tạo nên các đặc điểm sinh học cần thiết của vật liệu, đặc biệt là những vật liệu được sử dụng như lớp đất mặt và khu vực bám rễ của cây trồng.

Một loạt các yếu tố sinh học khác như “kỹ sư hệ sinh thái” (chủ yếu là những động vật không xương sống như bọ đuôi bập, collembola, kiến, mối và giun đất giúp chia nhỏ các hàm lượng hữu cơ và thông khí cho đất) và sinh vật thụ phấn với vai trò không thể thiếu trong quá trình tái thiết những hệ sinh thái trên mặt đất tại những vật liệu khai thác mỏ, và nên được cân nhắc.

### 3.3.1 Phân tách Vật liệu và Sắp xếp Chọn lọc

Quá trình xác định toàn diện tính chất của đất, tạp chất và chất thải đem lại cơ sở để phân tích nghiêm ngặt và thay thế có chọn lọc các vật liệu nhằm đạt được độ bao phủ thực vật bền vững và tránh gây ô nhiễm cả bề mặt và nguồn nước ngầm.

Ngoại trừ trong một số trường hợp nhất định, việc thiết lập hệ sinh thái bền vững sau quá trình khai thác mỏ thường yêu cầu quá trình bảo tồn và thay thế nguồn tài nguyên đất trên toàn bộ khu vực bị khai thác. Những vấn đề cần được xác định và giải quyết một cách hệ thống gồm có:

- lựa chọn những địa tầng để bảo tồn;
- quá trình bóc tách và bố trí đất;
- ảnh hưởng của dự trữ trên thuộc tính đất; và
- độ sâu tối ưu của đất được thay thế.

Phân tách và sắp xếp chọn lọc các lớp tạp chất được thực hiện với hai lý do, đó là:

1. để chôn các vật liệu có hại cho quá trình phát triển thực vật hay các vật liệu có thể gây ô nhiễm bề mặt hoặc nguồn nước ngầm; và



2. để tận dụng những vật liệu sẽ có ích trong chương trình khôi phục. Những địa tầng tạp chất nhất định có thể sẽ không được mong muốn do độ mặn, tính natri hoặc nguy cơ tạo ra tính axit bằng quá trình oxy hóa sunfua.

Các phân tích khoáng vật, vật lý và hóa học đối với lõi khoan và các mẫu chip ở giai đoạn sớm nhất của quá trình phát triển mỏ cho phép đá phế phẩm bám quanh quặng được tạo khối theo cách áp dụng cho quặng. Phân loại tạp chất, về mặt những yếu tố như khả năng tạo axit tiềm ẩn, nhạy cảm với xói mòn, và những hạn chế đối với việc thúc đẩy tăng trưởng của cây, tạo cơ sở nền tảng cho công tác phân tách vật liệu hiệu quả trong quá trình xây dựng bãi đá phế liệu.

Khi tạp chất trước khi khai thác có chứa vật liệu sunfua với khả năng gây thoát nước axit, khu vực có bề mặt đã bị oxy hóa là một nguồn tài nguyên giá trị và cần chú ý để đảm bảo vật liệu này không bị chôn lấp bởi đá sunfua vào cuối thời gian hoạt động của khu mỏ.

Một điểm quan trọng là đưa những người có kinh nghiệm tham gia vào việc phân loại nhiều loại đá phế liệu khác nhau và tham gia vào việc giám sát quá trình loại bỏ và sắp xếp trong suốt quá trình xây dựng bãi đổ đá phế liệu. Thất bại trong việc duy trì quá trình kiểm soát chất lượng trong giai đoạn hoạt động của mỏ khai thác này có thể gây tác hại xấu tới bảo vệ môi trường, cả trong quá trình hoạt động và sau khi đóng cửa.

Hình thành hệ thực vật bền vững trên nền phế thải có thể yêu cầu che phủ vật liệu bằng đất hoặc đá phế phẩm tốt. Trong một số trường hợp, phân tách chất phế thải về mặt kích thước hạt và/hoặc khoáng vật trong nhà máy luyện kim có thể được áp dụng vào những giai đoạn sau của quá trình lắng đọng để tạo ra vật liệu vô hại có thể hỗ trợ sự phát triển của cây trồng.

### 3.3.2 Khối lượng và tiến trình kế hoạch cho vật liệu

Điều quan trọng là quá trình lập kế hoạch khu mỏ phải được thực hiện để tính toán lượng vật liệu thích hợp phục vụ nhiều mục đích khôi phục khác nhau như những vật liệu tạo nên địa tầng “B” của chân đất phủ, môi trường phát triển bề mặt được bố trí trên địa tầng “B”, vật liệu để gói gói chất thải chứa sunfua.

Khối lượng cho vật liệu và vị trí của vật liệu sau đó sẽ được đưa vào trong kế hoạch khai thác mỏ để giảm thiểu cộng tác xử lý và dự trữ lặp lại (đặc biệt trong thời gian dài) cho những vật liệu phù hợp này. Dự trù khối lượng và lên tiến trình kế hoạch cho vật liệu đảm bảo những vật liệu chuẩn xác sẽ có tại thời điểm yêu cầu sử dụng trong suốt quá trình khôi phục

## 3.4 Đánh giá khu mỏ

Những thiết kế phục vụ công tác khôi phục trước đây có xu hướng tương đối cố định khi áp dụng những mẫu thiết kế địa hình đất cụ thể và những phương pháp xây dựng mà hầu như không tính tới vị trí hoặc thuộc tính vật liệu. Hiện nay, người ta ngày càng quan tâm nhiều hơn tới việc xây dựng các kế hoạch khôi phục phù hợp để xử lý và bố trí chính xác các vật liệu tồn tại, sử dụng môi trường ưu thế và cân nhắc tới mục đích sử dụng cuối cùng theo yêu cầu.

### 3.4.1 Biện pháp bảo vệ

Các loài quý hiếm và đang bị đe dọa

Các loài động thực vật bản địa quý hiếm và đang bị đe dọa được bảo vệ theo luật vùng lãnh thổ, tiểu bang và nước Úc. Luật pháp hiện hành của Khối Thịnh Vượng Chung Úc (Commonwealth of Australia) là Đạo luật Bảo tồn Đa dạng Sinh học và Bảo vệ Môi trường 1999

Các cơ quan luật pháp luôn tiến hành đánh giá tác động của bất cứ đề xuất khai thác mỏ nào trước khi phê duyệt cho phép tiếp tục thực hiện. Bất cứ tác động có hại tiềm ẩn nào tới những loài quý hiếm và đang bị đe dọa đều cần được quản lý và giảm nhẹ thỏa mãn yêu cầu của cơ quan chức năng.

Khu di sản

Nước Úc có nhiều cách xác định và bảo vệ những địa danh di sản quan trọng. Các quyết định về quản lý địa danh di sản được tiến hành theo luật định ở mọi cấp chính quyền. Tiểu bang và Vùng lãnh thổ có trách nhiệm chính trong việc bảo vệ di sản văn hóa. Mọi Tiểu bang và Vùng lãnh thổ đều có luật bảo vệ chung cho các khu khảo cổ Bản địa. Hiện tại, luật của các Tiểu bang và Vùng lãnh thổ có những định nghĩa khá khác nhau về di sản văn hóa Thổ dân. Một số bộ luật, trong đó có Khối Thịnh Vượng Chung, bảo vệ những vùng và khu vực có vai trò quan trọng theo truyền thống của Thổ dân. Luật pháp của những thể chế khác thì lại có những định nghĩa tập trung vào “di chỉ” hoặc các khu khảo cổ và không coi trọng các giá trị văn hóa Thổ dân.

Đạo luật Bảo tồn Đa dạng Sinh học và Bảo vệ Môi trường 1999 (Đạo luật EPBC) là luật di sản quốc gia chính của Chính phủ Úc. Đạo luật EPBC tăng cường công tác quản lý và bảo vệ các địa danh di sản của Úc. Bất cứ hành động nào có khả năng gây ra tác động rõ rệt đối với Di sản Thế giới hoặc một địa danh di sản quốc gia đều phải được chuyển tới Bộ trưởng Bộ Môi trường Khối Thịnh Vượng Chung để tiếp tục xem xét.

Đạo luật Bảo vệ Di sản Thổ dân và Dân đảo Torres Strait 1984 (Đạo luật ATSIHP) là khung pháp lý của Khối Thịnh Vượng Chung giúp bảo tồn và bảo vệ các khu vực và đối tượng tại Úc và thủy phận của Úc có ý nghĩa quan trọng đối với người Thổ dân theo truyền thống Thổ dân khỏi bị xâm hại và vi phạm. Đạo luật của Khối Thịnh Vượng Chung hướng tới giải quyết các tình huống mà luật Tiểu bang hoặc Vùng lãnh thổ không bảo vệ hiệu quả cho một khu vực hoặc một đối tượng đang bị đe dọa. Biện pháp bảo vệ theo Đạo luật ATSIHP sẽ không được thực hiện nếu luật Tiểu bang hoặc Vùng lãnh thổ được coi là có hiệu quả.

Khi một động thái phát triển có thể tác động tới một giá trị Bản địa, một địa điểm hoặc khu vực, các nhà phát triển phải được sự phê chuẩn theo luật Tiểu bang/Vùng lãnh thổ, và trong một số trường hợp là luật Khối Thịnh Vượng Chung. Sớm trao đổi tư vấn một cách văn hóa với người dân Bản địa là một thành tố then chốt trong quá trình đánh giá và quản lý tác động đối với những giá trị di sản Bản địa.

### 3.4.2 Khí hậu

Khí hậu tạo ra tác động to lớn đối với tình trạng ổn định của địa hình đất và công tác khôi phục khu mỏ. Đánh giá khí hậu khi mỏ là hoạt động không thể thiếu để đảm bảo:

- những mục tiêu khôi phục và sử dụng đất cuối cùng mang tính thiết thực
- những loài thực vật sử dụng có tính phù hợp
- những chân đất được phát triển phù hợp cho sự phát triển của cây trồng
- địa hình đất được thiết kế để có thể ổn định trong những điều kiện ưu thế
- những hệ thống che phủ được thiết kế phù hợp.

Số liệu về khí hậu có xu hướng trung bình hóa những điều kiện thời tiết khắc nghiệt bất thường. Do đó, việc lập kế hoạch không chỉ xem xét các điều kiện trung bình lâu dài mà còn cả những điều kiện khắc nghiệt bất thường về hạn hán, gió và lượng mưa trong thời gian ngắn hạn.

Lượng mưa theo mùa có thể tạo ra tác động to lớn với địa hình đất và diễn biến thực vật. Nếu có những mùa khô và mùa mưa khác thường, thời điểm khôi phục có thể sẽ đóng vai trò quyết định tới thành công.

### 3.4.3 Môi trường sống

Môi trường sống chỉ những vật liệu được sắp xếp trên bề mặt của một khu vực hoặc địa hình đất được khôi phục với hi vọng chúng sẽ hỗ trợ sự phát triển của cây trồng. Những vật liệu này thường là lớp đất mặt được bóc tách trước khi khai thác mỏ, cho dù không nhất thiết phải như vậy. Thời điểm, điều kiện đất và các kỹ thuật xử lý, tất cả các yếu tố này đều ảnh hưởng tới khả năng giữ lại cấu trúc đất và giảm hiện tượng lún nén. Điều quan trọng là những hạn chế đối với sự phát triển cây trồng tại một khu vực nào đó phải được hiểu rõ hoàn toàn trước khi lập kế hoạch cho công tác khôi phục.

Trong một số trường hợp, đất mặt có chứa một lượng lớn hạt giống cỏ dại hoặc những loài không mong muốn. Để tránh hiện tượng xâm lấn phát triển của những loài này, có thể cần xử lý thực vật trước khi thu thập đất mặt hoặc sử dụng những vật liệu đào lên từ độ sâu lớn hơn. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, các thành phần sinh học của đất mặt có thể rất quan trọng. Đất mặt bao gồm một lượng hạt giống có thể chứa những loài khó tồn tại hoặc nảy mầm cũng như một loài các sinh vật vi sinh có thể giúp cây trồng phát triển và ổn định điều kiện đất. Trong các trường hợp đó, quản lý đất hợp lý là yếu tố tiên quyết để giảm thiểu tổn hại gây ra cho các sinh vật vi sinh trong đất mặt.

### 3.4.4 Khối lượng muối

Trong nhiều khu mỏ, một số hoặc toàn bộ vùng nước sử dụng được có thể chứa muối, nhất là nếu nguồn nước đó là nước tái chế. Một hệ quả khi sử dụng nước là sự di chuyển của muối xung quanh khu mỏ và có thể gây tích tụ muối ở nhiều điểm khác nhau. Ví dụ, nước chứa muối được sử dụng để kiểm soát bụi trên đường, sau đó những con đường này sẽ tích tụ muối và điều này có thể ảnh hưởng tới công việc khôi phục sau cùng. Những khu vực khác có khả năng tích tụ muối là các hồ bay hơi và bãi trầm tích.

Lượng nước của khu mỏ nên được liên hệ mật thiết với lượng muối. Điều này đảm bảo các khu vực có nguy cơ tích tụ muối được xác định và công tác quản lý được lên kế hoạch để giảm thiểu những vấn đề lâu dài.

### 3.5 Lập kế hoạch cho chương trình khôi phục

Nếu đánh giá ban đầu của khu mỏ (như thảo luận trong Phần 3.3) chỉ ra các nguy cơ hoặc vấn đề chính yếu của công tác khôi phục, thì hoạt động nghiên cứu cần được tiến hành để xây dựng và tạo ra hiệu lực cho các biện pháp (kiểm soát) để quản lý những nguy cơ đó và để giám sát thành công của những kỹ thuật áp dụng. Việc này không nên gây trì hoãn cho quá trình xây dựng một kế hoạch khôi phục toàn diện cho khu mỏ. Kết quả nghiên cứu và các thực nghiệm khôi phục tại thực địa được sử dụng để điều chỉnh kế hoạch trong suốt thời gian hoạt động của khu mỏ trong một tiến trình cải thiện liên tục.

#### 3.5.1 Thiết kế địa hình đất

Điều hết sức quan trọng là phải thiết kế địa hình đất để giảm thiểu chi phí xây dựng và chi phí bảo trì lâu dài. Như trước đây, chất thải được chất đống để tạo nên địa hình đất với độ cao theo thiết kế và các sườn dốc ngoài mùn xuống sau đó. Hiện tượng mùn của góc nghỉ của các dốc thoải bên ngoài có thể dẫn tới khối lượng công việc xử lý vật liệu phức tạp, đồng thời nghiền và thay đổi loại đá chất lượng tốt khác. Nếu có thể, hình thức chất đống nên được lên kế hoạch để đáp ứng các yêu cầu về sắp xếp vật liệu chọn lọc và để giảm thiểu chi phí tạo hình cuối cùng.

Điều quan trọng là phải thống nhất những mục tiêu của một địa hình đất cụ thể về mục đích sử dụng cuối cùng, trạng thái ổn định, kỳ vọng của cộng đồng và quản lý dài hạn. Không nên cố gắng đưa ra thiết kế địa hình đất chi tiết khi chưa xác định rõ ràng các mục tiêu này.

##### Sắp xếp bố trí địa hình đất

Các địa hình đất được xây dựng nên bố trí sao cho chúng không tác động tới hoạt động khai thác đào xới có thể thực hiện trong tương lai (bao gồm mở rộng hầm mỏ) hoặc tiếp cận tới thân quặng, và điều này luôn yêu cầu tiến hành khoan khử trùng để khẳng định vị trí đề xuất.

Nên xem xét các dòng chảy trên mặt đất hiện tại ở khu mỏ để đảm bảo địa hình đất không làm đổi hướng hoặc cản trở các dòng chảy chính. Bố trí các địa hình đất quá gần ranh giới thuê có thể gây ra những vấn đề về quản lý trầm tích và kiểm soát bụi, và có thể hạn chế những phương án quản lý trong tương lai. Tác động tới việc di chuyển của thảm động vật và tiếp cận điểm cấp nước cũng nên tránh. Trong một số trường hợp, có thể kết hợp các địa hình đất được xây dựng cùng cảnh quan, đó đó giảm thiểu những hiệu ứng thị giác và giải quyết được mối quan ngại có thể xuất hiện từ cộng đồng.

##### Độ cao/dấu chân

Vùng đất bị công tác xây dựng địa hình (dấu chân) gây xóa trộn nên được hạn chế tối đa. Tuy nhiên, nỗ lực giảm thiểu dấu chân có thể dẫn tới việc xây dựng những địa hình đất cao, dốc đứng với khả năng ổn định thấp. Ngoài ra, những địa hình đất cao, dốc đứng có thể không hòa hợp với địa hình tự nhiên bao quanh. Do đó, điều quan trọng là phải xác định độ cao của địa hình đất để có thể xây dựng thành công, nghĩa là gói gọn phế liệu có phản ứng mà không tạo ra nguy cơ xói mòn lớn – sao cho có thể tránh hoặc hạn chế tối đa công tác bảo trì lâu dài.

Độ cao ổn định có thể áp dụng tùy thuộc vào:

- khả năng gây xói mòn của khí hậu
- tính xói mòn của vật liệu bề mặt, trong đó có đá phé liệu, đất đá đào lên và môi trường sống
- độ cao và độ dốc tạo ra
- phân thực vật phủ dự định
- mặt cắt thoải bên ngoài áp dụng (đường thẳng, lòng chảo, lồi) và cách thức xây dựng.

Nếu độ cao ổn định được xác định thấp hơn độ cao được coi là kinh tế hoặc thực tế, thì có thể khảo sát nghiên cứu những phương án lựa chọn để ổn định địa hình đất sau đó, như bố trí đóng đá lên trên các mặt dốc ngoài.

#### Thoát nước

Nếu địa hình đất có những vật liệu gây quan ngại (có khả năng thoát nước axit hoặc vận chuyển một số chất gây ô nhiễm), thì có thể nên loại bỏ các vật liệu đó từ bên trên của địa hình hơn là giữ lại và có thể tăng khả năng thoát nước xuống dưới sâu. Tương tự, việc hình thành những loài cây có rễ sâu để hạn chế tối đa thẩm thấu sâu có thể được cân nhắc miễn là lớp đất trong vai trò môi trường sống bề mặt có đủ độ sâu. Nếu công tác gói gọi có ý nghĩa quan trọng, thiết kế đóng phé thải cần xem xét cả kiểm soát thoát nước sâu (có thể tăng khả năng thẩm thấu không mong muốn) và giảm thiểu xói mòn (có thể gây phơi lộ vật liệu đã gói gọn).

Thoát dòng chảy khỏi phần trên của đóng phé thải tạo nên nguy cơ rất lớn. Trong nhiều tình huống, dòng chảy từ phần trên của địa hình đất được tập trung sao cho một dạng dòng chảy ổn định được yêu cầu để đưa nước tới mặt đất, nếu cần có điểm thoát nước được kiểm soát. Các máng dẫn hoặc máng trượt đá thường được sử dụng, nhưng tỷ lệ thất bại của những cấu trúc này rất cao. Khi nền thực vật phủ – đặc biệt là cỏ – ở mức cao, có thể bố trí để dòng chảy từ bên trên của một địa hình đất xả đều và nhẹ nhàng trên các bờ dốc bên ngoài và di chuyển xuống mặt đất mà không gây hư hại. Trong những trường hợp này, nền cao của bề mặt phủ có vai trò vô cùng quan trọng. Tuy nhiên, thoát nước cho dòng chảy cũng làm giảm lượng nước để duy trì sự sống cho hệ thực vật này, đặc biệt khi khí hậu theo mùa khô.

Nếu dòng nước được giữ lại ở bên trên đóng phé thải hoặc cơ sở lưu giữ chất thải, điều quan trọng là phải xem xét khả năng tạo vùng chứa nước lâu dài và tác hại gây ra cho cây trồng. Cũng sẽ có khả năng nước đọng lại bên trên của đại hình đất gây lún tại vùng vật liệu không được lèn chặt tạo ra các hố chìm. Vì những lý do này, độ sâu và thời gian tạo vùng ở bất cứ điểm nào trên bề mặt địa hình đất cũng nên được hạn chế tối đa. Điều này có thể đạt được bằng cách duy trì trạng thái bằng phẳng cho địa hình đất, tăng tối đa độ gồ gề của bề mặt và bố trí đập để tạo ra những ô tương đối nhỏ từ một tới ba hecta. Hình thành hệ thực vật để tăng lượng nước sử dụng cũng là một giải pháp thích hợp.

## Mô hình xây dựng

Xây dựng các địa hình đất rất khác nhau và thường được quyết định nhiều do phương pháp đào xói. Ví dụ, các đồng đất đào lên bằng gàu kéo cho phép có ít phương án để sắp xếp chọn lọc, trong khi đó các hoạt động bằng xe tải/máy ủi tạo điều kiện sắp xếp có chọn lọc để gói gọn các vật liệu không tốt, hoặc để đảm bảo những vật liệu ổn định hơn được bố trí bên ngoài địa hình đất.

Một loại các phần mềm được cung cấp để tạo điều kiện cho các công ty tối ưu hóa chi phí xây dựng đồng phế thải bằng cách đảm bảo hệ thống chuyên chở tối ưu và lịch trình đổ đồng phế liệu. Tuy nhiên, phần lớn những phần mềm này có những giả định dựng sẵn, tác động tới kết quả, và những giả định này phải được hiểu rõ để đạt được kết quả theo kế hoạch.

## Mặt cắt địa hình

Các sườn dốc thoải ngoài thường ở dạng thẳng với những đường gờ được bố trí tại khoảng ngắt dọc cố định để ngăn chặn dòng chảy. Đường gờ có thể hướng tới tại nước đọng hoặc có thể được thiết kế để chuyển dòng chảy tới máng đá.

Nhìn chung, hiện tượng xói mòn địa hình đất tại các khu mỏ được thể hiện bằng các rãnh nước – một hệ quả trực tiếp từ việc tập trung dòng chảy do đường gờ và các dòng chảy tập trung được thoát trên bề mặt dốc thoải khi đường gờ không ngăn chặn được. Nguyên nhân khiến đường gờ hoạt động không hiệu quả là do xây dựng không hợp lý, xói mòn hầm và địa hình nhô cao do lắng đọng trầm tích. Khi tỷ lệ xói mòn vẫn còn rất cao (chủ yếu ở những khu vực khô cằn với hệ thực vật phủ quá thấp để kiểm soát xói mòn) thì các mặt cắt thoải bên ngoài có đường gờ cần được bảo trì thường xuyên (lắng bột) chừng nào hiện tượng xói mòn còn tiếp tục diễn ra hoặc chúng bị bám đầy trầm tích và nhô cao tạo ra khe xói.

Vì lý do này, một số khu vực đã áp dụng phương thức sử dụng đường gờ hoặc một dạng bờ cắt ngang dốc trong quá trình khôi phục ban đầu, sau đó bỏ các đường gờ khi hệ thực vật đã hình thành và ổn định bờ dốc.

Những khu mỏ khác thì lại kết hợp đá vào bề mặt bờ dốc thoải bên ngoài để giảm khả năng xói mòn và tạo điều kiện xây dựng những dốc tương đối dài và cao mà không cần đường gờ. Một lựa chọn khác là tạo ra các dốc hình chảo để giảm khả năng xói mòn, thường là với hệ số hai hoặc ba.

Độ gồ gề của bề mặt cũng là một yếu tố quan trọng cần xem xét trong quá trình khôi phục các địa hình đất trong khu mỏ. Độ gồ gề có xu hướng giữ lại nước và hạt giống, và nhìn chung người ta chấp nhận rằng một bề mặt gồ gề sẽ tạo điều kiện hình thành thực vật tốt hơn so với bề mặt bằng phẳng. Tuy nhiên, trong khi tạo ra độ gồ gề lớn cho bề mặt bằng các đường gờ hoặc bằng địa hình như mặt trăng có thể đem lại lợi ích trong thời kỳ ngắn hạn thì trong giai đoạn dài hạn giải pháp này có thể dẫn tới tăng xói mòn và tính bất ổn của địa hình đất. Nội dung này được đề cập chi tiết hơn trong Landloch (2003). Giá trị của địa hình bề mặt gồ gề liên hệ chặt chẽ với khả năng tồn tại theo thời gian, điều này được chi phối nhiều bởi sự phân bố kích thước hạt của vật liệu mà độ gồ gề tạo ra trên đó.

## Nghiên cứu tình huống: Công ty Nickel Murrin Murrin, Western Australia

Dự án Coban Nickel Murrin Murrin (Murrin Murrin) nằm tại vùng mỏ vàng đồng bắc tiểu bang Western Australia. Murrin Murrin, thuộc quyền sở hữu của Minara Resources Ltd (60%) và Glencore International AG (40%), khai thác quặng đá ong và áp dụng công nghệ lọc axit áp suất cao để tách coban và nickel từ loại quặng này. Phương án xây dựng đồng phế liệu ban đầu tuân theo những hướng dẫn thông thường với những bề mặt cao 10m tạo ra các đường dốc thoải từ 15 tới 20 độ được phân tách bằng các đường gờ giữ nước rộng năm mét.

Người ta đã xác định rằng việc xây dựng đồng phế thải có thể được cải thiện để loại bỏ việc phát triển các khe xói trên bề mặt dốc thoải do:

- thoát nước từ bên trên của các đồng phế thải
- hiện tượng nhô cao và tạo ống của các đường gờ
- đôi khi từ sự tập trung dòng chảy do việc tạo rãnh cắt ngang dốc được thực hiện trong khuôn khổ các hoạt động khôi phục.

Khu mỏ cũng thiếu những vật liệu như đá có khả năng hoặc phế liệu hạt thô mà có thể sử dụng để ổn định đường dốc thoải.

Để xây dựng một phương pháp tiếp cận mới đối với việc xây dựng đồng phế liệu, Murrin Murrin đã đánh giá tính xói mòn của một loạt chất thải và lớp đất mặt bằng cách sử dụng các công cụ đo đạc trong phòng thí nghiệm và trên thực địa. Bằng số liệu đó và số liệu khí hậu và lượng mưa lâu dài cho khu mỏ, việc mô phỏng trên máy vi tính dòng chảy và xói mòn được sử dụng để so sánh một loạt các phương án cho đường dốc thoải ngoài. Các mặt cắt dốc lòng chảo được phát triển với nguy cơ xói mòn tương đối thấp, thông qua việc bổ sung mảnh vụn cây và sỏi đá ong được khuyến dùng cho những phần dốc mà hệ thống mô phỏng cho thấy có nguy cơ xói mòn cao nhất.

Nếu có thể khôi phục hoàn toàn đồng phế thải, thiết kế khôi phục bao gồm:

- đắp đập để giữ dòng chảy ở phần trên của đồng phế liệu
- đắp đập và gờ ngang ở bên trên đồng phế liệu để giảm thiểu khả năng tập trung quá nhiều dòng chảy ở bất cứ vị trí nào
- các địa hình dốc thoải lòng chảo bên ngoài không có đường gờ để tập trung dòng chảy hoặc bắt đầu tạo ra khe xói
- bố trí một cách chiến lược các mảnh vụn cây và đá ong để tăng cường khả năng chống xói mòn tại những điểm có nguy cơ xói mòn cao
- xác định tính chất vật liệu để xây dựng những khuyến nghị về phân bón và điều chỉnh.

Cho dù các vật liệu phế phẩm không quá nhạy cảm với hiện tượng xói mòn hàm nhưng vẫn luôn có khả năng xuất hiện hố chìm hoặc hàm ở phần trên của đồng phế thải. Bằng cách giảm thiểu tập trung dòng chảy ở phần trên của đồng phế liệu và tránh đọng nước có thể xảy ra trên phần đỉnh của dốc thoải, nguy cơ về hố chìm tạo ống dẫn tới đường dốc thoải bên ngoài được giữ ở mức thấp.

Các mặt cắt dốc lòng chảo giống với địa hình đất tự nhiên hơn và có xu hướng giảm xói mòn với hệ số hai hoặc ba liên quan tới dốc thẳng với độ nghiêng trung bình tương tự. Chúng nên được thiết kế dựa trên khí hậu khu mỏ và thuộc tính của vật liệu tại khu mỏ.

Ở giai đoạn này (một hoặc hai năm sau khi xây dựng), đồng phế thải dốc thoải được xây dựng theo đặc điểm đã chứng tỏ ít dòng chảy hoặc xói mòn thậm chí cả sau khi trải qua lượng mưa hàng ngày bằng 1/10 của năm. Điều này khẳng định quá trình thiết kế mang tính bảo tồn đã đánh giá quá cao khả năng dòng chảy và xói mòn (như dự kiến). Theo thời gian, dự kiến các đường dốc thoải sẽ cho thấy có xói mòn nhưng tỷ lệ xói mòn lâu dài là rất thấp.

Phương pháp tiếp cận này đã loại bỏ những cơ chế mà các đồng phế thải đã hoạt động không hiệu quả trước đây, và hình thành nên một quá trình lập kế hoạch minh bạch dựa trên các quý trình khoa học được chấp nhận.



Dốc lòng chảo tại khu mỏ Nickel Murrin Murrin ngay sau khi xây dựng



### 3.5.2 Các quá trình khôi phục

#### Quá trình khôi phục dần dần

Khôi phục dần dần trong quá trình hoạt động cả khu mỏ sẽ giúp giảm trách nhiệm pháp lý cuối cùng đối với công việc khôi phục, đặc biệt là sau khi ngừng hoạt động và bàn giao khu mỏ khi không có thu nhập trực tiếp để bù lại chi phí. Điều này cũng tạo ra cơ hội kiểm nghiệm các phương thức khôi phục, và để phát triển từng bước đồng thời cải thiện các phương pháp khôi phục. Những giá trị trực quan cũng sẽ được nâng cao.

Đối với những địa hình đất riêng rẽ, việc khôi phục dần dần có thể sẽ có ích nếu thăm thực vận hình thành có thể tăng đáng kể trạng thái ổn định của các dốc thoải bên ngoài. Bằng cách khôi phục những độ dài dốc tương đối ngắn cùng một lúc, có thể giúp xây dựng dần dần một địa hình dốc ổn định và dài hơn mà không gây xói mòn, hiện tượng có thể xảy ra nếu toàn bộ dốc được xây dựng và khôi phục đồng thời.

Thành công của công tác khôi phục sẽ đem lại uy tín cho công ty khai thác mỏ và khuyến khích những cơ quan chức năng tin tưởng khi đánh giá giá trị của trái phiếu khôi phục.

#### Kiểu thực vật/cộng đồng/hạt giống/cây con

Quanh nước Úc, người ta thường dùng các loài thực vật bản địa có nguồn gốc chính tại địa phương cho nhiệm vụ khôi phục khu mỏ. Nếu khả thi, theo kế hoạch thăm thực vật được hình thành trên vùng đất khôi phục sẽ giống với kiểu thực vật và cộng đồng đã từng tồn tại trước khi hoạt động khai thác mỏ bắt đầu.

Điều quan trọng là một vài xentimet đất nên được giữ lại cho các chương trình tái phủ xanh sau đó giống như những loại hạt giống và cây con ở trong lớp đất bề mặt.

#### Khu vực bỏ không và đồi dòng

Mọi khoảng hở được xây dựng để khai thác mỏ dưới đây hoặc những khu vực bỏ không xuất hiện trên bề mặt do sụp đổ bậc khác thác đều cần phải đảm bảo an toàn – ngăn rào, niêm phong hoặc lấp kín.

Mọi hầm mỏ lộ thiên đều phải được đảm bảo an toàn. Nên tính toán tới việc xây dựng một vành đai đập bao quanh hầm (và được bố trí bên ngoài khu vực tường bao có thể hoạt động không hiệu quả) hoặc ngăn rào chắn. Các cơ quan pháp luật sẽ có thể áp dụng những tiêu chuẩn tối thiểu cho công việc này.

Tại một số khu mỏ khai thác lộ thiên, việc lập kế hoạch khu mỏ có thể cho phép những hầm lân cận được lấp kín bằng vật liệu lấy từ hầm mỏ được đào lên sau chương trình khai thác.

Trong khai thác mỏ lộ thiên (sử dụng trong ngành khai thác than bề mặt), những vùng bỏ trống trước đây được lấp kín lại bằng vật liệu lấy từ hoạt động khai thác mới.

Đó là một quy trình bình thường khi nước bề mặt được đồi dòng trở lại vị trí trước đây khi kết thúc hoạt động khai thác vào bất cứ khi nào và bất cứ địa điểm nào có thể.

## Nghiên cứu tình huống: Mỏ than Mt Owen, Hunter Valley, NSW

Mỏ Mt Owen là một mỏ than lộ thiên nằm tại Thung lũng Hunter của tiểu bang New South Wales. Mt Owen thuộc quyền sở hữu của Xstrata Mt Owen (XMO), một công ty con dưới quyền sở hữu hoàn toàn của Xstrata Coal. Khu mỏ được công ty Thiess Pty Limited vận hành theo một thỏa thuận hợp tác với XMO và được phép sản xuất tới 10 triệu tấn than nguyên khai hàng năm cho thị trường xuất khẩu cho tới tháng 12 năm 2025.

Mt Owen đang khai thác trong một khu vực của Rừng Tiểu Bang Revensworth (RSF). RSF được coi là một khu vực sót lại có vai trò vô cùng quan trọng ở quy mô địa phương và khu vực cũng như là một trong những khu vực rừng lớn nhất còn lại tại bề mặt trung tâm Thung lũng Hunter. Từ năm 1995, 145 loài chim, 24 động vật có vú không bay, 18 loài dơi, 20 loài bò sát và 15 loài lưỡng cư đã được ghi nhận tồn tại ở RSF hoặc vùng đất lân cận. Mười chín động vật đang bị đe dọa có tên trong Đạo luật Bảo tồn Giống Loài Đang bị Đe dọa 1995 của tiểu bang NSW đã được ghi nhận có tại Mt Owen trong đó có loài ếch xanh và ếch chuông vàng, sóc bay, thú có túi đuôi đốm và một số các loài dơi và chim rừng. Điều này đặt ra cho Mt Owen một thách thức khác thường trong việc giảm nhẹ tác động của hoạt động khai thác mỏ đối với quần thể động thực vật bản địa và khôi phục những khu vực đã khai thác trở lại trạng thái rừng nguyên sinh và quần thể rừng.

Nhận thức được tầm quan trọng của các quần thể động thực vật trong khu vực của dự án, Mt Owen đã thực hiện những phương thức cải tiến để giảm nhẹ tác động của hoạt động khác thác mỏ đối với quần thể động thực vật và tạo điều kiện cải thiện thực sự những giá trị sinh thái của vùng dự án từ giai đoạn trung hạn tới dài hạn.

Chương trình quản lý động thực vật của Mt Owen bao gồm công tác khôi phục khu mỏ và những cộng đồng thực vật bản địa lân cận trong những khu vực đệm của khu mỏ. Chương trình được định hướng theo một kế hoạch quản lý động thực vật toàn diện do một nhóm tư vấn xây dựng. Thành phần của nhóm này là đại diện từ các phòng ban của chính phủ NWS, Nhóm vận động Hunter Environment và Mt Owen. Mục tiêu chính của kế hoạch này là định hướng cho công tác quản lý động thực vật và phương thức khôi phục, tái phủ xanh tại Mt Owen. Việc thực hiện kế hoạch này được nhóm tư vấn giám sát.

Những thành phần chính yếu trong chương trình quản lý động thực vật Mt Owen gồm có:

- hình thành và quản lý các khu vực bảo tồn đa dạng sinh học để bù lại tác động của hoạt động khai thác
- khôi phục dần dần các khu vực bị xáo trộn trở lại vùng rừng nguyên thủy
- thực hiện những kỹ thuật quản lý động thực vật cụ thể
- chương trình giám sát toàn diện cho quần thể động thực vật
- chương trình nghiên cứu phục hồi rừng nguyên thủy đang diễn ra, phối hợp cùng Trung tâm Phục hồi Hệ sinh thái Bền vững của Đại học Newcastle.

Những biện pháp quản lý chuyên môn được sử dụng tại Mt Owen để giảm thiểu tác động đối với hệ động vật bản địa trong quá trình giải phóng mặt bằng và tạo ra một nguồn lực tái tạo hệ thực vật bản địa trong các khu vực bảo tồn và khôi phục chỉ định. Những biện pháp đó gồm:

- Giai đoạn giải phóng mặt bằng diễn ra càng gần với hoạt động khai thác tại khu vực giải phóng càng tốt.
- Thời điểm giải phóng được bố trí để tránh mùa sinh sản của những động vật đang bị đe dọa, nếu khả thi.
- Những điều tra về động vật được thực hiện trước khi có quyết định cho phép giải phóng mặt bằng.
- Khu vực sinh sống được xác định và đánh dấu trước khi giải phóng mặt bằng. Những khu vực sinh sống xác định chỉ bị giải phóng sau khi đã dời bỏ hệ thực vật xung quanh và được một chuyên gia tư vấn có kinh nghiệm về quần động vật kiểm tra để xác định có tồn tại các loài động vật bản địa hay không.
- Để tăng mức độ giải phóng vùng sinh sống có tổ chim hoặc chỗ đậu ban ngày đối với một loạt các loài, những hộp để làm tổ và chỗ đậu thiết kế dành cho những loài ưu tiên cụ thể được bố trí ở độ cao, vị trí và cấu trúc phù hợp với những loài tập trung đó trong những khu vực bảo tồn và khôi phục.
- Cành cây rụng trên mặt đất và cây chết khô được thu gom để tái phân phối tại những khu vực bảo tồn xung quanh và khôi phục, nếu khả thi. Bất cứ vật liệu còn lại nào cũng được bồi phủ để dùng trong quá trình khôi phục.
- Để tăng tối đa mức độ sử dụng hạt giống và cây con từ những loài cỏ, thân mềm, bụi và cây bản địa đang sinh sống, những hạt giống có thể khôi phục được thu thập trước khi giải phóng để sử dụng trong chương trình tái phủ xanh tại Mt Owen.
- Lớp đất mặt được tách bỏ sau hệ thực vật và được trộn lẫn với thực vật bồi để sử dụng sau này trong các dự án khôi phục và trồng cây.
- Nếu có thể, thời điểm bóc tách lớp đất mặt của rừng được phối hợp cùng với hoạt động khai thác mở lộ thiên để đảm bảo khối lượng xử lý và lưu giữ ở mức tối thiểu. Lớp đất mặt của rừng có khả năng lưu giữ quan trọng đối với hạt giống cây bản địa và vi thực vật trong đất. Điều này sẽ hỗ trợ việc bảo tồn vật liệu gen địa phương và tái thiết một loạt các loài tương tự như hệ thực vật nguyên bản của những khu vực được khôi phục.
- Khôi phục những khu vực bị xáo trộn được tiến hành bằng những loài đặc hữu.
- Vật nuôi trồng trong nhà được loại khỏi khu vực bảo tồn và khôi phục.

Những kỹ thuật khôi phục độc đáo đang được Mt Owen xây dựng thông qua chương trình nghiên cứu và kiểm tra liên tục của họ. Những khu vực thực vật còn lại quanh vùng khai thác mỏ được sử dụng như những khu đối chứng để so sánh với các khu vực được khôi phục. Thông tin thu thập từ chương trình kiểm tra này được sử dụng để hướng dẫn và tiếp tục cải thiện các nỗ lực phục hồi tại khu mỏ.

Kiểm tra và nghiên cứu cũng đang được tiến hành ở những vùng đất đệm lân cận để hỗ trợ phục hồi những phần còn lại của Rừng Tiểu bang Ravensworth và các khu vực bảo tồn đa dạng sinh học khác. Những khu vực bảo tồn này liền kề với khu vực khôi phục và sẽ là một nguồn quan trọng sinh sống quan trọng cho hệ động thực vật bản địa.

Chiến lược lớn nhất được đề xuất để giảm nhẹ mất các quần thể thực vật quan trọng của vùng do hoạt động khai thác mỏ tại Mt Owen là nhiệm vụ bảo tồn chính thức các cộng đồng trong rừng thông qua Chiến lược Bù đắp Đa dạng Sinh học (BOS). BOS bao gồm nhiệm vụ khôi phục và cứu chữa đồng cỏ và các phần rừng còn lại bị cô lập gần với khu vực đang trồng cây hiện tại, điều này sẽ tăng cường khả năng tồn tại lâu dài của RSF và vùng lân cận. Cùng với các khu vực bảo tồn hiện tại ở Mt Owen và chương trình khôi phục trong suốt thời gian hoạt động của khu mỏ, BOS sẽ cung cấp một khu vực rừng nguyên thủy lớn hơn khoảng năm lần so với cộng đồng rừng ban đầu tồn tại trước khi khai thác.

Chương trình quản lý động thực vật giúp bảo vệ quá trình hình thành cộng đồng rừng tại các khu vực khôi phục và vùng đất đệm liền kề thuộc sở hữu của khu mỏ. Các khu vực bảo tồn liền kề với khu vực khôi phục của khu mỏ cũng đang được mở rộng và củng cố thông qua sự can thiệp tích cực và phục hồi những vùng rừng còn lại bị phân tán, cùng những vùng đồng cỏ để tạo ra những cộng đồng thực vật tương tự và cơ hội di chuyển cho quần thể động thực vật vào trong vùng khôi phục. Mục tiêu ngắn hạn là bảo tồn quần thể động thực vật đang tồn tại trong các khu vực bảo tồn nhờ quản lý hiệu quả, đồng thời hình thành những khu vực mới giúp tạo ra một hệ thống tự tồn tại bền vững trong giai đoạn dài hạn. Mục tiêu dài hạn là tạo ra hệ động thực vật tồn tại bền vững với kích thước đủ để đảm bảo tính đa dạng cần thiết, đồng thời tạo ra liên kết hành lang tới tầm nhìn lớn hơn cho cảnh quan tổng hợp tại Thung lũng Hunter. Khu bảo tồn này sẽ tạo thành một vùng cốt lõi có thể liên kết bằng hành lang tới hệ thực vật còn lại khác trên thềm thung lũng và vùng dốc lân cận.



**Công tác kiểm tra hệ động thực vật được thực hiện trong khu vực khôi phục và vùng đất đệm lân cận của khu mỏ.**

Nguồn: Công ty than Xstrata Coal



## 4.0 CÁC HOẠT ĐỘNG

### 4.1 Quá trình tư vấn trong các hoạt động của mở khai thác

Điểm trọng tâm của việc tham gia trong giai đoạn hoạt động của mở khai thác phải là lôi kéo cộng đồng và các cơ quan chức năng tham gia vào việc phát triển và đánh giá kế hoạch khôi phục, và tăng cường khả năng của cộng đồng địa phương nhằm hỗ trợ, ở những nơi phù hợp, trong các công việc khôi phục. Đặc biệt, các hoạt động như thu thập và lưu trữ hạt giống, sản xuất hạt giống tại vườn ươm và kiểm soát việc các loài động vật và thực vật xâm lấn có thể đem lại một điểm quan trọng cho cả việc tham gia của cộng đồng và phát triển doanh nghiệp địa phương.

Nhiều loài thực vật ở Úc khó nhân giống và cần phải có các phương pháp xử lý đặc biệt để đảm bảo quá trình này phù hợp được thay đổi đa dạng. Những thử nghiệm quy mô nhỏ của những nhóm và các cá nhân địa phương có thể giúp cho quá trình nhân giống thành công của các loài thực vật khó trồng.

### 4.2 Xác định tính chất vật liệu

Các vật liệu tại khu vực mở khai thác trong đó có quặng, đá phế liệu phản ứng và tốt, rác thải, vật liệu tầng phủ và đất. Như được phân thảo trong phần 3.3.1 của sổ tay này, việc xác định tính chất của vật liệu tại khu vực mở khai thác phải bắt đầu sớm trong giai đoạn thăm dò của dự án khai thác mỏ và tiếp tục trong suốt các giai đoạn hoạt động và là nền tảng cho việc lập kế hoạch mở khai thác lâu dài.

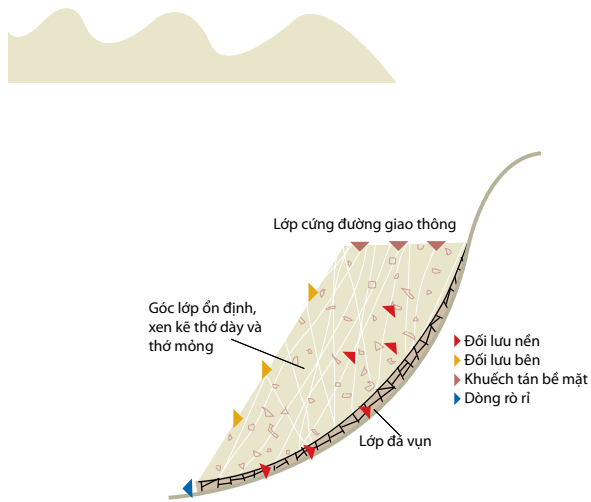
Hạn chế tác động tới môi trường do đất bị đào xới trong quá trình khai thác mỏ và giai công vật liệu và đạt được quá trình tái phủ xanh khu mỏ bền vững dựa vào xu hướng hỗ trợ cây trồng phát triển của các vật liệu bề mặt được xây dựng lại nhờ khả năng giữ nước, địa khoáng học và khoáng vật học và các thuộc tính của vi sinh vật của những vật liệu này.

### 4.3 Xử lý vật liệu

Điện hình là địa tầng phủ bên trên mặt nước ngầm bị phơi dưới ôxi trong không khí và bị ôxi hóa, trong khi địa tầng ở bên dưới mặt thoáng nước bề mặt bị ngăn tiếp xúc với ôxi và có xu hướng ôxi hóa khi tiếp xúc với không khí. Vành đai khoáng hóa bao quanh một vùng quặng thông thường bao gồm sunfit bên dưới mặt nước ngầm trên mặt đất mà sẽ bị ôxi hóa thành sunfat khi tiếp xúc với không khí, kết quả là giảm pH và phân hủy các kim loại ở pH thấp.

Bãi đá phế liệu thông thường được đổ đống bằng xe tải, sử dụng bãi đổ nhỏ hoặc là đổ bỏ từ đầu mút. Đổ bỏ thu được từ quá trình hình thành “tác nhân ôxi hóa” (Hình 1) với khu vực đá nền hình thành bởi quá trình trộn đá cuội lớn với chân của bề mặt mở tiên tiến và không liên tục, góc nghiêng ổn định (khoảng 37 độ so với phương ngang) thay thế cho các lớp đất thứ to và đá thải thứ nhỏ trên vùng đá vụn nền. Vùng đá vụn nền cung cấp điểm vào sẵn sàng cho ôxi mà chảy lên các lớp đất thứ to có góc nghiêng ổn định, lan truyền từ đó vào các lớp đất thứ nhỏ có góc nghiêng ổn định mà đưa ra một khu vực bề mặt phản ứng cao hơn rất nhiều trên mỗi lượng đơn vị.

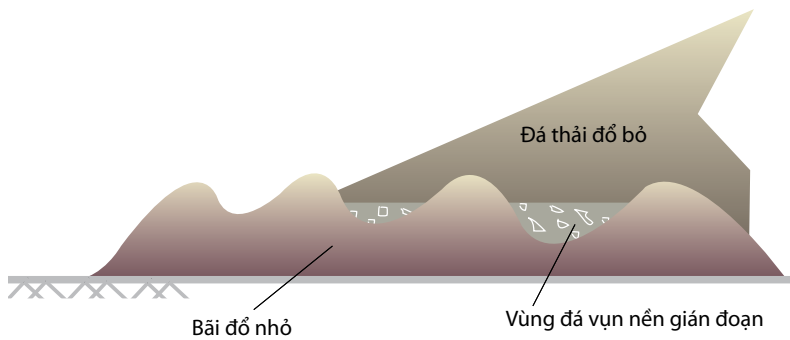
Hình 1: Đá thải đổ bỏ “tác nhân ôxi hóa”



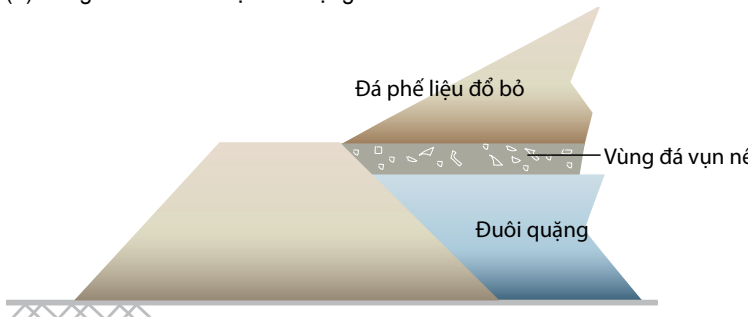
Để hạn chế ôxi đi vào bãi đổ phế thải, lớp đá vụn nền phải bị ngắt bởi bãi đổ nhỏ tại nền trước khi đổ bỏ, đổ bỏ vào chất thải lưu trữ, hoặc bằng một giải pháp kỹ thuật (Hình 2 (a), (b) và (c), tương ứng).

Hình 2: Ý nghĩa của việc ngắt vùng đá vụn nền của bãi đá thải đổ bỏ

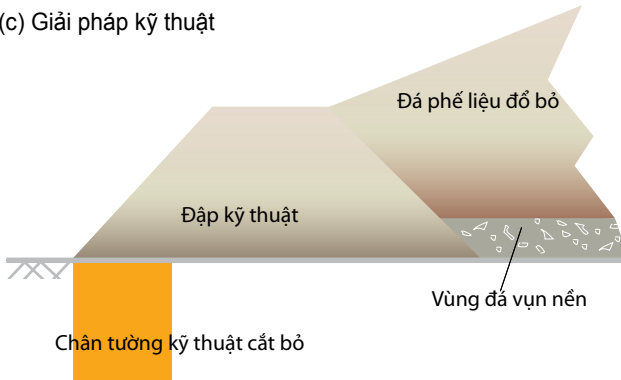
(a) Đổ bãi nhỏ



(b) Bảng chất thải và bộ khởi động



(c) Giải pháp kỹ thuật



Các vật liệu bị ôxi hóa, an toàn được tìm thấy trước tiên trong quá trình khai thác mỏ lộ thiên (ở chiều sâu thấp bên mặt nước ngầm) phải được sử dụng để bao bọc các vật liệu sunfua đặc trưng khai thác được sau đó (ở chiều sâu bên dưới mặt thoáng nước). Nên sử dụng đá phế liệu bị ôxi hóa để làm lớp phủ nền và bên thành để thuận tiện cho việc chứa đá phế liệu phản ứng (Hình 3).

Figure 3: Encapsulation by benign materials of reactive wastes



Cần phải có một quá trình xác định tính chất và tính dự thảo ngân sách chính xác đối với lớp đá phế liệu để đảm bảo rằng có đá phế liệu an toàn phù hợp để bao phủ lớp đá phế liệu phản ứng sau này. Việc tính dự thảo ngân sách và bố trí đá phế liệu bị ôxi hóa, an toàn tương xứng với đá phế liệu phản ứng có thể được nâng cao hiệu quả nhờ phát triển mỏ lộ thiên thành nhiều phân đoạn, thay vì thành một khu vực hoạt động duy nhất bao phủ toàn bộ khu vực hầm mỏ sau cùng.

Theo một cách tương tự, quặng bị ôxi hóa khai thác từ phía trên của mặt nước ngầm sẽ tạo ra chất thải bị ôxi hóa và thường an toàn, trong khi quặng sunfua khai thác từ bên dưới mặt nước ngầm sẽ tạo ra chất thải có khả năng sản sinh axit.

Khó tránh khỏi việc tích tụ chất thải phản ứng đối với chất thải an toàn tích tụ trước đó, trừ khi mô lộ thiên được phát triển thành nhiều phân đoạn. Phải đặc biệt lưu ý để đảm bảo rằng luôn có vật liệu an toàn phù hợp để bao phủ chất thải phản ứng.

Những bãi đá phế liệu và cơ sở lưu trữ phế thải phải được thiết kế và xây dựng kết hợp với xem xét thiết kế địa mạo sau cùng mà phải giống như địa mạo, kết cấu bề mặt và mẫu thực vật tự nhiên càng nhiều càng tốt.

Để có thêm thông tin về quản lý phế thải, xem sổ tay Quản lý Phế thải trong đây này.

## 4.4 Cân bằng nước thải của mỏ khai thác

### 4.4.1 Đá phế liệu

Một bãi đá phế liệu trong quá trình hoạt động cách ly bay hơi khỏi bề mặt đất tự nhiên (quá trình bay hơi đôi khi lớn hơn lượng mưa tại những khu vực khô hạn và bán khô hạn), trong khi cho phép thấm nước mưa (Williams, 2006). Ban đầu, quá trình thấm nước mưa có thể bị át bởi dòng chảy dọc theo những đường mòn hay sử dụng, nhưng khi bãi đá ẩm ướt lên, dòng chảy liên tục sẽ bắt đầu ảnh hưởng lớn. Một phần của nước mưa trong quá trình thấm sẽ đi vào khu vực lưu trữ trong khoảng trống trong bãi, bất cứ khi nào quá trình thấm vượt quá lượng thấm vào bãi, cuối cùng thể hiện rõ sự thấm qua tại chân và vào nền.

Do khả năng dẫn nước rất kém, đá khô ban đầu sẽ tích trữ lượng nước thấm từ những cơn mưa rào nhỏ. Bãi đá phế liệu ở cao với những vật liệu tương đối khô có thể có khả năng tích trữ lượng nước thấm từ những cơn mưa trong một vài năm. Bề mặt ướt của bãi phế liệu sẽ tăng lên khi khả năng lưu trữ nước của các lỗ đá phế liệu được nâng cao, quá trình này xảy ra tốt bên dưới trạng thái hoàn toàn bão hòa (có thể 25 phần trăm bão hòa đối với đá phế liệu mới, thờ to và trên 60 phần trăm bão hòa đối với đá phế liệu loại tốt, được phơi nắng). Khi độ bão hòa của lỗ đá phế liệu tăng, khả năng dẫn nước và khả năng cho nước lọt qua cũng tăng. Bãi đá phế liệu không được bao phủ càng dài thì nó càng “thấm ướt”. Bãi phế liệu càng ở thấp và lượng mưa càng lớn thì quá trình này xảy ra càng nhanh. Cuối cùng, bãi đá sẽ ướt tới điểm mà tại đó có những dòng nước liên tục, cho phép thấm “xuyên qua” chân của bãi phế liệu và vào nền.

Ban đầu, quá trình thấm qua vào nền bị giới hạn do khả năng dẫn nước rất thấp của vùng chưa bão hòa trong nền. Bề mặt bị thấm ướt sẽ dần dần hướng xuống, nhờ những lối thấm qua được ưu tiên, tăng khả năng dẫn nước của vùng chưa bão hòa và gây ra vòm nước ngầm với bất kỳ chất gây ô nhiễm nào trong chất thấm qua có khả năng tiếp cận nước ngầm.

Lượng thấm nước mưa vào bãi phế liệu có thể được hạn chế bằng cách làm nghiêng bề mặt đường giao thông rắn chắc bên trên để tránh tạo thành vũng và tăng cường dòng chảy. Dốc bên ngoài đổ không chặt của bãi đá phế liệu có thể được xây dựng bằng đá phế liệu an toàn với chiều dày phù hợp nhằm tạo ra quá trình chảy đi và dòng chảy sạch.

Nước được lưu trữ trong bãi trong suốt quá trình hoạt động và trước khi nó được bao phủ sẽ vẫn tiếp tục thấm qua trong nhiều năm (Williams et al., 2006) – có lẽ cho tới khi nào bãi không được bao phủ nữa – mặc dù việc thay thế tầng phủ trên bãi phế liệu sẽ giảm đáng kể quá trình thấm vào trong bãi. Hệ thống tầng phủ “lưu trữ/giải phóng” đã chỉ ra



quá trình thấm qua giới hạn ở mức một phần trăm lượng mưa trung bình hàng năm, và có thể trên năm phần trăm đối với tổng lượng mưa trung bình hàng năm không cao (William et al., 2006). Chất rò rỉ từ chân và chảy qua vào nền (cùng với quá trình chuyển chất gây ô nhiễm) sẽ giảm bớt theo thời gian khi đá phế liệu ráo nước và mất khả năng dẫn nước. Quá trình thấm qua cuối cùng phải dừng lại, với hơi ẩm còn lại trong bãi sinh ra bởi quá trình hút của quặng. Bất cứ vòm nước ngầm nào bên dưới bãi sẽ lắng xuống theo thời gian, cuối cùng là quay trở lại với độ cao ban đầu của nó.

Không có hệ thống tầng phủ bền vững, ít thấm nào được phát triển cho sườn dốc của bãi phế liệu, mặc dù một bãi đá phế liệu phản ứng trong vùng nhiệt đới ẩm được bao phủ bằng màng địa và, tại Pennsylvanian Coalfields, phế liệu rửa than phản ứng được bao phủ bởi vỏ bọc dẫn nước gồm có xi măng và tro. Sườn dốc của bãi đá phế liệu sẽ duy trì độ dốc để thấm qua trong suốt những cơn mưa to liên tục và vì thế có thể là những sườn dốc này được xây dựng bằng đá phế liệu an toàn với độ dày đủ để đảm bảo quá trình chảy đi và thấm.

#### 4.4.2 Chất thải

Một cơ sở lưu trữ chất thải bề mặt trong quá trình hoạt động cho phép nước thải và mưa thấm qua, làm ướt nền và tường chặn (Williams, 2006). Việc vứt bỏ chất thải thông thường diễn ra khi bùn than làm cho bề mặt chất thải liên tục bị ngập. Trong khi một lượng nước sẽ luôn duy trì trong chất thải, phần còn lại sẽ bay hơi khỏi bề mặt và chất thải ướt hoặc thấm qua xuống nền và xuyên qua tường chặn.

Lượng thấm qua có thể được hạn chế bằng cách làm chất thải khô nhất có thể và loại bỏ nước trên bề mặt một cách hiệu quả.

Quá trình lắng chất thải có thể xoay vòng giữa các ngăn để duy trì trạng thái chưa bão hòa bên trong bề mặt cơ sở bên dưới chất thải để đảm bảo không có trạng thái bão hòa nào trong nền.

Ban đầu, quá trình thấm qua vào nền bị giới hạn do khả năng dẫn nước rất thấp của vùng chưa bão hòa trong nền. Bề mặt bị thấm ướt dần dần thấp đi – nhờ những lối thấm qua hay sử dụng – và tăng khả năng dẫn nước của vùng chưa bão hòa gây ra vòm nước ngầm. Chất gây ô nhiễm thấm qua có thể tiếp cận nước ngầm. Tường chặn bên ngoài thường được xây dựng bằng đá phế liệu, phải an toàn và có chiều dày đủ để tạo ra quá trình chảy đi và thấm sạch.

Nước tích trữ bên trong chất thải trong quá trình hoạt động của cơ sở lưu trữ sẽ tiếp tục thấm qua trong nhiều năm sau khi đóng cửa khu mỏ. Quá trình thấm qua (và chuyển mọi thất gây ô nhiễm) vào nền sẽ giảm bớt theo thời gian khi chất thải ráo nước và mất khả năng dẫn nước. Miễn là nước mưa chảy đi không tập trung cục bộ trên bề mặt chất thải mà dàn trải để tăng cường bay hơi, quá trình thấm qua cuối cùng phải được dừng lại trong một khí hậu khô hạn hay bán khô hạn, với hơi ẩm còn lại trong chất thải sinh ra bởi quá trình hút của quặng. Bất cứ vòm nước ngầm nào bên dưới cơ sở lưu trữ chất thải sẽ rút xuống theo thời gian trong khí hậu khô, cuối cùng là quay trở lại với độ cao ban đầu của nó.

Dựa vào khả năng dẫn nước tương đối thấp của chất thải, đặc biệt là khi chưa bão hòa, có thể cần phải sử dụng tầng phủ để hạn chế thấm qua, miễn là chất thải không được phép bão hòa hoàn toàn trở lại bằng nước tập trung lâu dài trong vũng. Lượng hơi ẩm

có thể bay hơi tối đa phải được duy trì trong chất thải, cho dù thường xuyên có quá trình làm ướt trong những giai đoạn ngắn sau cơn mưa. Tuy nhiên, có thể cần đến và cần thiết có một tầng phủ cho mục tiêu tái phủ xanh. Phải tránh làm sườn dốc bên ngoài của tường chặn chất thải cao để giới hạn sự xói mòn.

Để có thêm thông tin về quản lý phế thải, xem sổ tay Quản lý Phế thải trong đây này.

## 4.5 Xây dựng lại địa mạo

Xây dựng lại địa mạo sau khi khai thác nhằm mục đích đạt được mục đích sử dụng đất bền vững sau khi khai thác một cách hiệu quả mà vẫn quản lý được rủi ro tác động tới môi trường và hạn chế việc bảo trì trong tương lai. Địa mạo sau khi khai thác phải càng giống như địa mạo tự nhiên càng tốt.

Dốc đồi tự nhiên khác với sườn dốc đá phế liệu của khu mỏ được xây dựng theo một số phương pháp chủ yếu. Trong khi sườn dốc đá phế liệu mỏ khai thác nói chung được xây dựng và định hình theo mặt cắt chiều dài, dốc đồi tự nhiên nói chung có hình lòng chảo, có xu hướng tập trung cận lắng ăn mòn trên dốc, và có kết cấu bề mặt, chiều dài và góc nghiêng đa dạng. Dốc đồi tự nhiên được bảo vệ ăn mòn nhờ vỏ bọc đá, đá vòm gắn xi măng và thực vật. Công việc đào đắp khôi phục phế liệu mỏ khai thác phải nhằm mục tiêu xây dựng lại phân bố tương tự đối với góc dốc, chiều dài dốc, các mẫu thực vật như đã có từ trước khi khai thác mỏ.

Nguyên tắc thiết kế khôi phục phế liệu mỏ khai thác về địa hình sống, như là được sử dụng tại mỏ than La Plata và San Juan tại Badlands của New Mexico (BHP Billiton, 2001), phải được sử dụng ưu tiên cho những nguyên tắc thiết kế kỹ thuật ứng dụng tuyến tính.

## 4.6 Tầng phủ

Vỏ bọc bao phủ trên bề mặt đỉnh phẳng của khu vực lưu trữ phế liệu mỏ khai thác ở khí hậu khô như ở Úc được thiết kế chủ yếu để hạn chế quá trình thấm qua của nước mưa vào phế liệu của mỏ khai thác ở bên dưới và nhờ đó hạn chế rò rỉ chất gây ô nhiễm từ phế liệu của mỏ khai thác. Việc hạn chế ôxi đi vào phế liệu của mỏ khai thác rất khó do trạng thái có thể chưa bão hòa của phế liệu, mặc dù tầng phủ ẩm sẽ gây ra một số rào cản đối với sự xâm nhập của ôxi.

### 4.6.1 Vật tương tự trong tự nhiên

Tại những khu vực khô hạn và bán khô hạn tại Úc, nơi có nhiều mỏ khai thác, nước ngầm ở sâu, với khả năng thấm rất thấp, dưới vùng chưa bão hòa. Các dòng chảy chủ yếu chóng tắt, nằm bên dưới là một dòng chảy ngầm ở trên cao trong một móng cát và sỏi, nằm dưới một vùng chưa bão hòa trên mặt nước ngầm. Nền của dòng chảy ngầm được bịt kín một cách hiệu quả bằng cận lắng tốt, đưa một lượng nước giới hạn tới vùng chưa bão hòa bên dưới và duy trì trạng thái chưa bão hòa và khả năng thấm rất thấp. Nếu không ở trường hợp này, tất cả nước bề mặt sẽ nhanh chóng thấm qua tới mặt nước ngầm có độ xốp dư thừa để lưu trữ nó.

Tầng phủ trên phế liệu của mỏ khai thác phải giống như chức năng của dòng chảy chóng tắt, với lớp lưu trữ tại phần trên mà nằm bên dưới là lớp bịt kín để hạn chế sự thấm qua vào phế

liệu của mỏ khai thác bên dưới. Điều này sẽ đảm bảo duy trì trạng thái chưa bão hòa và khả năng dẫn nước thấp.

#### 4.6.2 Những phần có thể có của một hệ thống tầng phủ

Những phần có thể có của một hệ thống tầng phủ trên phế liệu của mỏ khai thác, theo trình tự tính từ bề mặt, gồm có:

**Đất mặt:** thường là một phần máu chốt, mà yêu cầu khả năng trữ nước cao và chiều sâu phù hợp cho rễ cây (trên 0,5 mét). Lớp đất này bờ phù hợp cho việc sử dụng, kết hợp với hoạt động của sinh vật, và có một khả năng cung cấp dinh dưỡng hợp lý.

**Phá bỏ mao dẫn:** nếu cần thiết để hạn chế quá trình thấm qua rễ cây vào phần bịt kín bên dưới mà yêu cầu một giá trị xâm nhập không khí thấp (thấp hơn chiều dày) và khả năng lưu trữ nước thấp.

**Bịt:** một phần quan trọng mà yêu cầu khả năng dẫn nước thấp (dưới 10-8 mét mỗi giây) và giá trị bay hơi cao (để duy trì bão hòa).

**Phá bỏ mao dẫn:** nếu phế liệu của mỏ khai thác có muối hoặc có khả năng tạo thành axit, để hạn chế sự tập trung chất gây ô nhiễm vào trong lớp bịt.

#### 4.6.3 Vật liệu tầng phủ có thể dùng

Khu vực mỏ khai thác thường ở xa cộng đồng và các vật liệu tầng phủ có thể dùng thường giới hạn là chất nền có tại khu vực mỏ, bao gồm:

- đất mặt hoặc đá phế liệu bị ôxi hóa với phân bón bổ sung cho môi trường phát triển
- bùn rắn chắc (tự bịt), đất sét cát, đá phế liệu bị ôxi hóa có đất sét rắn chắc, chất thải thô nhỏ an toàn rắn chắc hoặc hỗn hợp đá phế liệu/chất nhũn hoặc rắn chắc để bịt
- đá phế liệu mới với độ mịn tối thiểu, hoặc đá khai thác với độ mịn tối thiểu để phá bỏ mao dẫn.

#### 4.6.4 Loại tầng phủ

Tầng phủ đã phát triển từ công nghệ lớp lót chôn lấp, với việc sớm bố trí tầng phủ kiểu chắn của ngành khoáng sản, mặc dù không giống như lớp lót, tầng phủ nằm trong “vùng hoạt động” (hàng trăm milimét trong khí hậu ẩm ướt tới vài mét trong khí hậu khô hạn hoặc đóng băng/tan băng). Tầng phủ ban đầu được đắp gò để thúc đẩy dòng chảy nước mưa và hạn chế tối đa quá trình ngấm, và thường có đá chắn đất sét rắn chắc dày khoảng 0,5 mét nằm trên môi trường phát triển dày 0,3 mét, có thể hỗ trợ cỏ nhưng hầu như không phù hợp với phần lớn loại thực vật trên bề mặt. Tầng phủ chắn phù hợp nhất với khí hậu ẩm ướt quanh năm. Tầng phủ này có khả năng có hiệu quả thấp trong khí hậu thay đổi theo mùa và không phù hợp với khí hậu khô hạn và bán khô hạn. Trong khí hậu khô hạn, quá trình tái phủ xanh diễn ra không tốt và lớp đá chắn phải có xu hướng rạn nứt và thấm qua gốc cây. Thêm nữa, một lớp đá chắn đất sét rắn chắc trên những loại đá thải hoặc chất thải mềm có khả năng bị hỏng do sự hóa rắn trong tương lai. Trong khi lớp đất sét rắn chắc ban đầu có thể cung cấp khả năng dẫn nước dưới 10-8 mét/giây hoặc 300 milimet/năm, quá trình rạn nứt sẽ tăng con số này lên khoảng gấp 100 lần và lớp đất sẽ không có tác dụng chặn nữa. Những vấn đề khác bao gồm ăn mòn (khi nước chảy) và thấm qua gốc (dựa vào môi trường phát triển

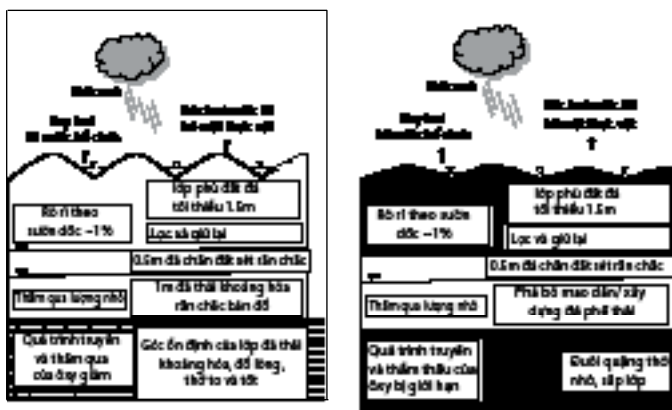
mỏng). Cần có vật liệu chặn loại tốt và môi trường phát triển dày hơn.

Hệ thống tầng phủ bền vững và hiệu quả nhất cho phế liệu mỏ khai thác trong khí hậu khô hạn, bán khô hạn và theo mùa là tầng phủ lưu trữ/giải phóng (Williams et al., 2006; Hình 4(a) và (b)), giống như lớp nền dòng chảy tự nhiên. Hệ thống tầng phủ lưu trữ/giải phóng được thiết kế để lưu trữ nước mưa trong mùa ẩm mà không cho chảy đi, từ đó điều này dẫn tới ăn mòn tầng phủ, và giải phóng nước lưu trữ trong mùa khô qua một quá trình bốc hơi nước, mà cuối cùng không làm ướt hay làm khô tầng phủ từ năm này qua năm khác. Tầng phủ lưu trữ/giải phóng có thể hạn chế quá trình thấm qua ở mức một phần trăm lượng mưa trung bình hàng năm (Williams et al., 2006), loại trừ hiệu quả quá trình thấm ướt phế liệu của khu mỏ ở bên dưới trong tương lai và quá trình rò rỉ tới nền.

- Những đặc điểm cần thiết của một tầng phủ lưu trữ/giải phóng là:
- tránh những vết hõm thấp trên bề mặt của phế liệu phản ứng tại đó quá trình thấm qua tầng phủ có thể tạo thành vũng và dẫn tới rò rỉ gây ô nhiễm
- lớp đá chắn tại nền của tầng phủ, trên danh nghĩa một lớp đất sét dày 0,5 mét (ẩm) để hạn chế thấm qua tầng phủ trong trường hợp lớp lưu trữ/giải phóng nằm bên trên sắp bị nứt vỡ
- lớp đất đá, được thu gom vào bãi đất nhỏ và dày tối thiểu 1,5 mét (tùy theo kiểu mưa và trạng thái vật lý của vật liệu) để lưu trữ và giải phóng nước mưa dư thừa nhờ quá trình bốc hơi nước
- làm xáo trộn bề mặt của những bãi đổ nhỏ bởi xe ủi đất áp suất thấp để phá vỡ những đường có khả năng có dòng chảy trong khi vẫn duy trì vũng nước giữa các gò nhỏ để phân bổ nước bề mặt
- ban đầu làm đất mặt, bổ sung dinh dưỡng và gieo giống các bụi và cây tự nhiên; sau đó bổ sung dinh dưỡng lại và gieo giống cỏ 12 tháng để tạo ra tầng phủ thực vật đang dạng bền vững nhằm hỗ trợ giải phóng nước và nâng cấp cảnh quan.

Nói chung cần những thử nghiệm được giám sát để phát triển hệ thống tầng phủ phù hợp và lựa chọn các loài cây cho mỗi khu vực mỏ khai thác riêng biệt. Tầng phủ lưu trữ/giải phóng là một hệ thống động, dựa rất nhiều vào tầng phủ thực vật.

Hình 4: Hệ thống tầng phủ lưu trữ/giải phóng



(a) Trên đá phôi thải

(b) Trên đồi quặng

## Nghiên cứu tình huống: Hệ thống tầng phủ lưu trữ/giải phóng, mỏ vàng Kidston, Queensland

Mỏ vàng Kidston hoạt động tại Bắc Queensland từ năm 1985 cho tới tháng bảy năm 2006. Trong suốt giai đoạn này mỏ đã sản xuất trên 3,5 triệu ounce vàng từ hai hầm mỏ lộ thiên.

Khí hậu tại Kidston đặc trưng bởi mùa mưa trong ba tháng cùng với một mùa khô trong chín tháng. Lượng mưa trung bình hàng năm là 700 milimet, nhưng có thể thay đổi giữa 500 milimet và 1500 milimet, và lượng bay hơi trung bình hàng năm từ các vùng trũng là khoảng 2800 milimet. Nếu một tầng phủ kiểu chắn, nước mưa chảy đi được sử dụng trên bãi đá thải tại Kidston, mùa khô kéo dài sẽ làm khô tầng phủ và thực vật bị chết. Các cơn bão mùa hè thường đến sau đó sẽ gây ra ăn mòn và rạn vỡ tầng phủ. Hệ thống tầng phủ “lưu trữ/giải phóng” không cho nước chảy đi, dựa vào lưu trữ lượng mưa trong mùa mưa và giải phóng nó trong suốt mùa khô dài nhờ quá trình bốc hơi.

Một tầng phủ lưu trữ/giải phóng thử nghiệm đã được xây dựng trên 23 ha South Dump tại Kidston giữa năm 1996, dựa trên biểu đồ như trình bày trong Hình 4(a). Một thẩm kế được lắp đặt trên tầng phủ thử nghiệm để giám sát quá trình thấm qua tầng phủ, và cảm biến hơi ẩm và quá trình hút được lắp đặt để giám sát trạng thái ẩm của tầng phủ. Trong suốt 10 năm giám sát, quá trình thấm không vượt quá một phần trăm lượng mưa hàng năm (mặc dù lượng mưa nhìn chung thấp hơn mức trung bình, với lượng trung bình là 550 milimet mỗi năm).



Đống lớp phủ đá



Thực vật chủ yếu là cỏ,  
hai năm tuổi

Tầng phủ lưu trữ/giải phóng được xây dựng trên tất cả các bãi đá thải tại Kidston, với một số cải biến. Đỉnh của gò phủ đất đá nhỏ được san phẳng bằng xe ủi áp suất thấp để xóa bỏ những đường rò rỉ có thể có khỏi các sườn của mỗi gò nhằm tạo điều kiện thuận lợi để tái phủ xanh (cung cấp một kết cấu bề mặt phù hợp hơn) và vì lý do cảnh quan. Hơn nữa, để đảm bảo một tầng phủ cây và bụi thích hợp, hạt giống cây và bụi, trộn lẫn với phân bón, phải được gieo trước tiên. Hạt giống cỏ và phân bón bổ sung được đưa vào sau đó 12 tháng.



Cây và bụi 12 tháng tuổi  
(không có cỏ)

Cây và bụi 18 tháng tuổi  
và cỏ 6 tháng tuổi

Thực vật 3 năm tuổi

## 4.7 Sườn dốc bên ngoài cơ sở lưu trữ chất thải

Quá trình khôi phục thông thường của sườn dốc bên ngoài kho dự trữ đá thải và cơ sở lưu trữ chất thải có thể đem lại sườn dốc sau cùng có sự ổn định về địa chất phù hợp nhưng sự ổn định về ăn mòn không phù hợp. Các phương pháp tiếp cận khác nhằm tạo ra sườn dốc ổn định cuối cùng, khai thác những vật tương tự trong tự nhiên xung quanh, đưa ra khả năng xây dựng sườn dốc ổn định cao về địa chất và ăn mòn và cảnh quan được cải thiện.

Dốc đồi tự nhiên khác với sườn dốc bên ngoài của kho lưu trữ đá phế liệu của khu mỏ được xây dựng theo một số phương pháp chủ yếu:

- trong khu sườn dốc phế liệu của khu mỏ thường được xây dựng và định hình theo mặt cắt chiều dài, sườn dốc tự nhiên nói chung có hình lòng chảo
- bao bọc bằng đá, đá đỉnh gắn chặt và thực vật duy trì độ dốc tự nhiên theo thời gian
- sườn dốc phế liệu của mỏ khai thác thường được bao phủ bằng đất thờ nhỏ có thể ăn mòn và một tầng phủ tái phủ xanh tiến triển mà có thể thực hiện sự kháng ăn mòn.

### 4.7.1 Hạn chế ăn mòn sườn dốc bên ngoài

Theo mùa, khí hậu khô hạn và bán khô hạn không hỗ trợ tầng phủ thực vật cần thiết nhằm hạn chế sự ăn mòn và sườn dốc bên ngoài kho lưu trữ chất thải của mỏ khai thác có thể cần được bảo vệ ăn mòn bổ sung. Sườn dốc này cũng bao gồm một lớp phủ bề mặt bằng đá thải an toàn thờ to, mặc dù một số bụi quặng có thể được bổ sung vào hỗn hợp để nâng cao khả năng giữ nước và cải thiện điều kiện phát triển cho tái phủ xanh.

Phải xây dựng các rãnh sâu với tầng phủ đá rộng rãi để giải quyết rò rỉ nước mưa và đường thoát nước xung quanh để tập trung dòng chảy và nói chung phải tránh làm gia tăng ăn mòn. Sườn dốc cuối cùng với độ nghiêng góc ổn định, tại đó hạn chế chi phí xây dựng sườn dốc, có thể có ở phần trên của dốc, miễn là các sườn dốc này được đậy bởi sườn dốc ba chiều rõ nét kết hợp với mặt nghiêng của sườn dốc lòng chảo. Mặt nghiêng sườn dốc lòng chảo, bắt chước giống như các sườn dốc tự nhiên, hạn chế mất trầm tích khỏi sườn dốc. Nói chung cần những thử nghiệm được giám sát để phát triển phương pháp xử lý sườn dốc phù hợp nhất cho mỗi khu vực mỏ khai thác riêng biệt.

## 4.8 Quản lý đất mặt

Dựa trên cấu tạo, đất mặt có thể đáp ứng một số chức năng quan trọng như hỗ trợ hạt giống và những chồi mầm khác, đóng góp vi sinh vật có ích, tăng cường dinh dưỡng, phát triển nhanh tầng phủ đất và cải thiện thành phần có hại trong phế liệu của mỏ khai thác ở bên dưới.

Phần lớn đất bề mặt có ít khả năng hạn chế cây trồng phát triển so với vật liệu phế thải của mỏ khai thác, vì thế chi phí tăng thêm để xử lý đất mặt nói chung được bù lại bởi thành công lớn hơn trong việc triển khai tầng phủ thực vật. Nói chung, đất mặt phải được giữ gìn và sử dụng trong chương trình khôi phục khi vật liệu hoặc chất thải của lớp phủ không thể hỗ trợ cho nhu cầu sử dụng đất mong muốn sau khi khai thác mỏ.

### 4.8.1 Xử lý đất mặt

Kế hoạch xử lý đất mặt xác định nguồn đất mặt, độ sâu thu thập, lượng vào thiết bị xử lý cần thiết, độ sâu trải rộng lại, và mọi phương pháp xử lý sau đó (như là xới đất trước khi gieo giống, cày sâu). Tầng dưới bề mặt của một số loại đất có đặc tính kỹ thuật không mong muốn như là độ mặn và độ kiềm cao, độ axit rất cao và kết hợp với độc tố nhôm, hoặc thiếu canxi cho nhiều loại cây trồng. Nhìn chung, việc loại bỏ và thay thế riêng biệt các tầng phủ hợp hơn (bỏ hai lần) để đảm bảo đưa tầng chứa dinh dưỡng, chứa vi khuẩn và (đôi khi) chứa hạt giống trở lại bề mặt.

Độ sâu tổng của đất mặt được lấp bằng lượng đất đào lên, đá thải hoặc chất thải sẽ được kiểm soát bằng những nhân tố như là có thực vật mong muốn, lượng và chất lượng của bề mặt và tầng đất sẵn có và trạng thái tự nhiên của vật liệu bên dưới. Nguyên tắc chung là vùng gốc được xây dựng phải có đủ nước cho cây trồng nhằm hỗ trợ cho thực vật mong muốn trong suốt mùa khô hạn nhất. Điều này có thể đạt được bằng cách tăng độ sâu của môi trường phát triển cây trồng được thay thế hoặc, nếu có thể, bằng cách sử dụng các vật liệu khác với khả năng trữ nước cao.

Nếu các xét nghiệm về vật lý và hóa học chỉ ra rằng vật liệu bên dưới không có các giới hạn lớn đối với sự phát triển của gốc, lớp đất mặt dày 50 milimet sẽ giúp cho quá trình hình thành thực vật bằng cách cung cấp môi trường phù hợp cho giống nảy mầm, bằng cách cho phép thấm nước, và bằng cách hỗ trợ dinh dưỡng và vi sinh vật. Thêm vào đó, đất mặt có thể là một nguồn giống quan trọng khi mục tiêu là trở về với hệ sinh thái tự nhiên.

Ở những khu vực mà vật liệu bên dưới có đặc tính kỹ thuật bất lợi đối với sự phát triển gốc, độ sâu của đất mặt yêu cầu sẽ là một chức năng của trạng thái tự nhiên và tính khắc nghiệt của vật liệu bất lợi. Việc tác động để 100 tới 200 milimet đất mặt thành đất mặn hoặc giàu natri thường sẽ giúp tạo ra những đồng cỏ tự nhiên hoặc được cải thiện. Tuy nhiên, ở những nơi có quá trình thấm qua gốc vào đất, tuổi thọ của thực vật có thể bị giảm do nhu cầu nước trong suốt các giai đoạn khô hạn. Thêm nữa, nếu khả năng dẫn nước của vật liệu bên dưới thấp, muối di chuyển lên trên vào trong đất mặt được thay thế và có thể giảm rõ rệt tác động có lợi của việc thay thế đất mặt. Sẽ ít diễn ra quá trình chuyển muối lên trên khi vật liệu bên dưới có khả năng dẫn nước vừa phải. Ở những nơi có đá thải nhiễm sunfua, đá thải phải được đặt sâu bên trong bãi và đủ xa khỏi vùng gốc.

Đất mặt phải được thay thế và trải lại hết sức cẩn thận. Cả loại thiết bị tự nhiên được sử dụng và hàm lượng ẩm trong đất tác động tới độ rắn của đất và độ sụp cấu trúc có thể

xảy ra trong suốt các quy trình này. Sử dụng kết hợp phương tiện bốc xếp từ ở đầu vào, xe tải và xe ủi đất để loại bỏ, vận chuyển và trải rộng đất mặt là sự kết hợp tốt nhất để giảm độ rắn của đất. Với nhiều loại đất mặt, khi ẩm, phương tiện nạo vét đủ trọng tải có thể tăng cường mật độ trọng tải trên những giá trị quan trọng cho việc phát triển gốc. Cần có những thực nghiệm và nghiên cứu đồng ruộng để tinh chỉnh các thông số, như là chiều sâu tối ưu để thu thập và dàn trải lại đất mặt, khi điều này dựa trên loại hạt giống và đất khác nhau.

#### 4.8.2 Bảo tồn sinh vật và sự màu mỡ của đất

Trong trường hợp ở những nơi mục tiêu là thiết lập lại các loài tự nhiên, phải loại bỏ một lớp mỏng đất bề mặt trước khi tiếp tục loại bỏ phần đất khác. Điều này là vì phần lớn hạt giống tự nhiên tập trung ở 50 milimet trên cùng của thiết diện đất. Vì độ sâu nổi lên tối đa của những loài này nằm trong khoảng từ 30 milimet tới 100 milimet, việc loại bỏ và dàn trải lại lớp bề mặt trên 100 milimet có thể dẫn tới mất mát đáng kể khả năng gieo giống do làm mất hạt giống và mất khả năng làm nổi hạt giống lên.

Một điểm hết sức quan trọng trong suốt các hoạt động khôi phục là xử lý theo phương pháp bảo tồn tính đa dạng thực vật trong dải hạt giống của đất mặt và tối ưu quá trình triển khai thảm thực vật sau khi dàn trải lại. Những yếu tố đặc biệt cần được cân nhắc bao gồm:

- thu thập đất mặt tại thời điểm khi dải hạt giống trong đất có khả năng cao nhất trong năm
- tính toán hiệu quả của việc đốt cháy thực vật trước khi khai thác mỏ, nếu điều này có khả năng tác động tới sự sống của hạt giống hoặc khả năng nảy mầm
- dàn trải lại lớp đất mặt trực tiếp trên một khu vực được chuẩn bị cho quá trình khôi phục, ở những nơi có thể
- ở những nơi lượng đất mặt có sẵn bị hạn chế, tốt nhất là dàn trải đất mặt mỏng hơn hoặc theo từng dải
- bất cứ suy xét nào về các công việc đào đắp đất, như là xới đất để “tập trung” vào đất mặt và giảm khả năng bị mất trong quá trình ăn mòn – cần thận không làm mất chất đất mặt do vật liệu đào lên và xới ngang, không xuống, sườn dốc
- đất mặt cuối cùng phải được xới một cách thoải mái và phù hợp cho quá trình gieo giống trực tiếp, nếu việc này đi liền sau đó.

Đất mặt được quản lý tốt cũng hỗ trợ cho sinh vật đất có ích không dễ dàng thay thế nếu bị mất. Đất mặt cũng có chứa nhiều chất dinh dưỡng và nguyên tố vết dễ phát triển thực vật mà thông thường không có trong tổ hợp vật liệu tương đương (đặc biệt là vật liệu không bị ảnh hưởng bởi thời tiết) sâu hơn trong thiết diện đất.

Một cách lý tưởng, không nên dự trữ đất mặt. Tuy nhiên, điều này không phải luôn thực hiện được vì quá trình khai thác mỏ thường yêu cầu đất mặt được dự trữ gần kề các hoạt động khai thác mỏ lộ thiên. Kho dự trữ phải được xây dựng để giảm tối đa tác động xấu tới hạt giống, giá trị dinh dưỡng và sinh vật đất, bằng cách tránh thu thập đất mặt khi đã bão hòa sau cơn mưa (điều này sẽ thúc đẩy bón phân trộn), và bằng cách xây dựng kho dự trữ thấp hơn (từ một tới ba mét). Khoảng thời gian dự trữ phải giảm tối thiểu, vì các giai đoạn dài hơn khoảng sáu tháng tới 12 tháng có thể gây ra suy thoái



cấu trúc và chết hạt giống và vi sinh vật, đặc biệt khi hàm lượng ẩm trong đất cao. Vật liệu bề mặt và vật liệu trong đất nền phải được dự trữ riêng biệt. Việc gieo giống dự trữ bằng hỗn hợp cỏ/cây họ đậu hoặc những loài cố định đạm tự nhiên sẽ giúp cho quá trình kiểm soát ăn mòn và giảm mất mát vi sinh vật đất có lợi.

### 4.8.3 Phương pháp xử lý đất mặt

Đối với đất có khả năng phân tán hoặc tạo thành axit, cần phải sử dụng những chất bổ sung như thạch cao hoặc vôi. Trong một số trường hợp có thể cần sử dụng những vi sinh vật cộng sinh như là loại cố định đạm và nấm. Việc đào xới dọc theo khu vực xung quanh thông thường sẽ cần thiết để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình rễ cây xuyên qua các vật liệu đất rắn chắc và giảm mất mát hạt giống.

Việc bổ sung dinh dưỡng cũng cần thiết trong phần lớn các trường hợp để thay thế dài chất dinh dưỡng mất mát trong suốt quá trình loại bỏ thực vật và trong quá trình khai thác. Một điểm cần thiết là phải lên kế hoạch cẩn thận cho các loại và phương pháp ứng dụng của chất dinh dưỡng vĩ mô và vi mô, dựa trên các nghiên cứu đặc tính kỹ thuật chi tiết của đất và những mục tiêu, đối tượng của quá trình khôi phục. Phân bón vô cơ được sử dụng phổ biến nhất; tuy nhiên, phân bón hữu cơ như bùn chất thải hoặc lớp phủ thực vật có thể là một phương pháp chăm sóc thay thế hiệu quả được tiến hành không có cỏ dại và sự tập trung kim loại cao. Một bản tổng quan chi tiết về phương pháp xử lý những giới hạn hóa học cho quá trình phát triển thực vật (như là thiếu dinh dưỡng và các độc tố) được đưa ra ở Bell (2002).

#### Nghiên cứu tình huống: Alcoa World Alumina Australia

Ở những nơi mà đất mặt có chứa một nguồn hạt giống tự nhiên có thể phát triển, nguồn hạt giống này phải được bảo tồn để tái sử dụng sau khi khai thác mỏ. Việc này không chỉ cung cấp nguồn cây trồng giá rẻ mà còn giúp đảm bảo rằng chúng tương đối phong phú sẽ phản ánh mật độ trước khi khai thác, và thúc đẩy tạo ra các loài mà hạt giống có thể khó giữ hoặc khó nảy mầm.



Loại bỏ đất mặt

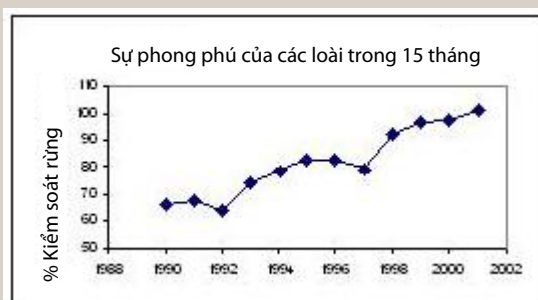


Đất mặt đang được dàn trải lại

Chương trình khôi phục mỏ bauxit được tiến hành bởi Alcoa World Alumina Australia tại rừng jarrah ở tây nam Úc là một ví dụ hoàn hảo về phương pháp bảo tồn dài hạt giống trong đất có thể cải thiện đáng kể đa dạng thực vật của quần thể thực vật sau khi khai thác.

Sau khi loại bỏ thực vật, 150 milimet trên cùng của đất, có chứa phần lớn dải hạt giống và dinh dưỡng của đất, bị loại bỏ trước khi tiến hành khai thác mỏ và sau đó được đưa trở lại trực tiếp tại khu mỏ chuẩn bị được khôi phục, ở những nơi có thể. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng đa số các loại thực vật tự nhiên (72 phần trăm) trên khu vực được khai thác có nguồn gốc từ hạt giống lưu trữ trong lớp đất mặt. Tầm quan trọng của quá trình đưa trực tiếp lớp đất mặt tươi trở lại đã được chứng minh bằng những thử nghiệm so sánh kỹ thuật này với việc dự trữ. Những điều này chỉ ra rằng sự xáo trộn kết hợp với trả lại trực tiếp lớp đất mặt đem lại kết quả giảm sự mất mát xuống dưới 50 phần trăm hạt giống có trong dự trữ hạt giống của rừng trước khi khai thác; tương phản lại, việc dự trữ đem lại kết quả là mất 80 tới 90 phần trăm. Những khía cạnh khác như là độ sâu dàn trải lại lớp đất mặt, mùa xử lý lớp đất mặt và thời gian gieo giống cũng rất quan trọng. Hạt giống sẽ không sống được nếu bị chôn quá sâu và sẽ sống tốt hơn khi đất được chuyển đi trong suốt mùa khô. Đồng thời, thực vật phát triển từ quá trình gieo giống tốt hơn khi hạt giống được sử dụng trên bề mặt mới được đào xới. Cũng đồng thời, việc sử dụng kết hợp đưa trở lại lớp đất mặt tươi, gieo giống và trồng cây khó phát triển giờ đây đem lại kết quả là nhiều loài thực vật 15 tháng tuổi bằng với những kết quả ghi chép được trong các mảnh đất có kích thước tương đương tại những khu rừng không khai thác mỏ.

Để có thêm thông tin, xem [www.alcoa.com.au](http://www.alcoa.com.au)



Mỏ bauxit được khôi phục hai năm tuổi

## 4.9 Hình thành các quần thể thực vật

Những kỹ thuật được sử dụng cho quá trình hình thành thực vật được phác thảo để hoàn thành các mục tiêu khôi phục dài hạn và đáp ứng các tiêu chuẩn hoàn thiện được phát triển cùng các bên liên quan trong một phần của kế hoạch đóng cửa mỏ khai thác. Các mục tiêu được phác thảo để đáp ứng những nhu cầu sử dụng đất riêng biệt đã được thống nhất, với các mục đích thiên về cộng đồng hơn như thực vật/bảo tồn tự nhiên, bảo vệ chất lượng nước, chăn thả gia súc, sản xuất gỗ và giải trí. Thông thường, mục đích là đáp ứng những nhu cầu sử dụng đất tương thích và kết hợp.

### 4.9.1 Tác dụng của thực vật đối với xói mòn

Nhìn chung, thiết lập hệ thực vật trên khu vực sườn dốc nhằm giảm xói mòn do giảm quá trình chảy và quá trình tách cận. Tuy nhiên, khu vực mà tại đó thực vật thỏa mãn sự mong đợi là nhờ chức năng của nhiều nhân tố, trong đó có khí hậu, loại thực vật và thuộc tính đất.

Thực vật có thể giúp tăng đáng kể quá trình thấm qua nhờ bảo vệ bề mặt khỏi tác động của mưa (gây ra bởi sự hình thành bọt kín bề mặt), nhờ giảm hàm lượng nước trong đất, cải thiện cấu trúc đất và sự ổn định cấu trúc, và nhờ tạo ra lỗ vĩ mô ổn định trong đất (Loch và Orange, 1997; Loch, 2000a, 2000b). Việc bảo vệ bề mặt được kết hợp rộng rãi với tầng phủ tiếp xúc (tầng phủ khi tiếp xúc với bề mặt đất) với tầng phủ vòm (bên trên bề mặt đất) trở nên ít hiệu quả hơn khi tầng chiều cao vòm. Những thay đổi cấu trúc đất và việc tạo ra lỗ vĩ mô ổn định bị tác động bởi tỷ lệ vật chất hữu cơ quan trở lại với hoạt động của đất và rễ.

Một số quần thể thực vật – đặc biệt là những quần thể có một phần đáng kể là cỏ – tạo ra tỷ lệ tầng phủ tiếp xúc cao. So với những quần thể đó, những quần thể thực vật có các loài cây và bụi phát triển vượt trội có thể có xu hướng có mức độ tầng phủ tiếp xúc thấp hơn nhiều và đặc biệt dễ bị tác động bởi xói mòn trong quá trình thiết lập ban đầu.

Trong quá trình lập kế hoạch khôi phục, một điểm quan trọng để nhận định liệu thực vật có phải là nhân tố chính trong kiểm soát ăn mòn hay không và, nếu có, có chỉ ra những khía cạnh nào của thực vật là quan trọng đối với sự ổn định của sườn dốc và trong giai đoạn nào của quá trình khôi phục hay không. Nếu quá trình khôi phục dựa vào thực vật để kiểm soát ăn mòn thì có một “cửa sổ rủi ro” ban đầu đặc biệt phải đóng càng sớm càng tốt (Carroll et al., 2000). Trong trường hợp đó, những loài như cỏ sẽ tạo ra tầng phủ ban đầu nhanh chóng có thể có vai trò quyết định và cũng có thể là quan trọng đối với việc ổn định khu vực khai thác sau khi bị mất ổn định như là cháy. Sự phát triển mạnh mẽ của cỏ có thể gây trở ngại cho việc phát triển cây, nhưng điều này thường được quản lý bởi các cơ quan lâm nghiệp sử dụng kết hợp thuốc diệt cỏ đánh gục và tiền xuất hiện. Cũng có thể có khả năng sử dụng có chọn lọc những vật liệu giúp cho cỏ hoặc cây đạt được sự cân bằng mong muốn.

Nhìn chung, một hệ sinh thái ổn định sẽ có tất cả các loài cần thiết để đem lại nhiều dịch vụ hệ sinh thái. Cây và bụi là các nhân tố cốt yếu của hầu hết các hệ sinh thái tự nhiên, nhưng đóng góp của chúng vào quá trình kiểm soát xói mòn – đặc biệt là trong một số giai đoạn của quá trình khôi phục – có thể rất nhỏ.

#### 4.9.2 Kiểm soát cỏ dại

Cỏ dại có thể cạnh tranh sinh tồn với cây cối tự nhiên trong khu vực. Nếu những điều tra trước khi khai thác mỏ nhận định có vấn đề về cỏ dại, phải phát triển một chương trình khống chế cỏ dại có kế hoạch. Điều này có thể liên quan tới việc sử dụng thuốc diệt cỏ đánh gục và tiền xuất hiện trên phạm vi rộng hoặc bằng cách phun theo điểm.

Nếu cỏ dại có khả năng là một sự cố, sẽ cần phải có một kế hoạch quản lý động vật hoặc cỏ dại. Cơ quan nông nghiệp chính phủ của tiểu bang hoặc hạt là nguồn thông tin hữu dụng để kiểm soát cỏ dại.

#### 4.9.3 Định nghĩa một hệ sinh thái thiết thực

Theo các điều khoản chung, một hệ sinh thái “thiết thực” được coi là một hệ sinh thái:

- ổn định (không có tỷ lệ xói mòn cao)
- duy trì hiệu quả nước và chất dinh dưỡng
- tự lực

Định nghĩa này phải được xem xét cẩn thận. Trong một số trường hợp, những khu vực bị cỏ dại tấn công phải đáp ứng những tiêu chuẩn bên trên.

Nói chung, một điểm quan trọng là những mục tiêu đặt ra cho việc khôi phục khu vực khai thác phải nhận định rõ ràng kiểu hệ sinh thái được yêu cầu, và có thể một vài dịch vụ hệ sinh thái cần được cung cấp. Ví dụ, những yêu cầu có thể bao gồm mức độ bảo vệ chống lại xói mòn cao, hoặc cung cấp thức ăn/nơi ẩn náu cho một số loài động vật hoặc chim cá biệt. Những yêu cầu này có thể tạo ra đòi hỏi về một hệ sinh thái không giống những hệ sinh thái ở khu vực xung quanh.

Vấn đề chính là các dịch vụ hệ sinh thái yêu cầu phải đạt được và hợp lý. Phải chăm sóc cẩn thận để tránh dựng lên những yêu cầu cho các dịch vụ hệ sinh thái quá tỉ mỉ, vì điều đó có thể dẫn tới quản thể thực vật mục tiêu được nhận định là hoàn toàn không có vai trò. Phải tránh tập trung thái quá vào những loài “có khả năng lồi cuồn”, vì những loài này có thể ít quan trọng đối với quá trình thực hiện chức năng hệ sinh thái so với các loài bí ẩn hơn.

Nếu những mục tiêu cho quá trình khôi phục chỉ rõ một quần thể thực vật riêng biệt, ba tiêu chuẩn trên cung cấp cơ sở cho việc chứng minh liệu quần thể mong muốn có bền vững hay không (chức năng lâu dài). Tuy nhiên, những quần thể thực vật đặc biệt hay biến đổi về không gian và thời gian và những đánh giá yêu cầu chức năng để xem xét sự biến đổi này.

#### 4.9.4 Thiết lập hệ thực vật

Thiết lập một quần thể thực vật đa dạng thường yêu cầu kết hợp nhiều phương pháp. Những điều này bao gồm việc sử dụng đất mặt trả lại trực tiếp, gieo giống, gieo giống nước, lập kế hoạch gieo giống, nuôi cấy mô, cấy ghép và di dời môi trường sống, chiếm lại tự nhiên. Sự kết hợp các phương pháp được lựa chọn sẽ được phát triển trong kế hoạch khôi phục, mặc dù có thể cần tới một số cải tiến qua thử nghiệm và sai sót trong các hoạt động khôi phục.

Có thể cần phải triển khai các hoạt động khôi phục trong một vài giai đoạn. Ví dụ, phát triển nhanh cỏ có thể yêu cầu việc kiểm soát xói mòn, trong khi việc phủ kín nuôi trồng hạt giống có thể diễn ra muộn hơn. Tuy nhiên, cỏ có thể cạnh tranh sinh tồn với các loài tự nhiên, đặc biệt là những loài được phát triển trực tiếp từ gieo giống. Có thể sử dụng cỏ khô nếu những loài đó không có trong quá trình sử dụng đất cuối cùng. Cần cẩn thận đảm bảo sử dụng sự kết hợp tối ưu các phương pháp để đảm bảo đáp ứng các mục tiêu khôi phục.

### Gieo giống

Gieo giống được sử dụng rộng rãi trong ngành khai thác mỏ Úc để thiết lập cả các quần thể thực vật và động cỏ tự nhiên. Đó thường là quá trình thiết lập hiệu quả nhất các loài cây trồng trên một khu vực lớn; tuy nhiên, quá trình này phần nào có thể gặp sự cố hoặc không thành công nếu như không được gieo trồng và triển khai cẩn thận, hoặc khi điều kiện thời tiết không ổn định sau khi dàn trải hạt giống. Một số khía cạnh quan trọng cần được tiến hành khi tính toán để tăng cường những cơ hội thành công khi gieo giống.

Cung cấp giống: Hạt giống có thể thu thập hoặc mua; việc kiểm soát chất lượng trong tất cả các giai đoạn của quá trình là tối quan trọng. Việc lập kế hoạch thu thập hạt giống tự nhiên phải bắt đầu ít nhất một tới hai năm trước khi hạt giống thật sự được sử dụng, nhờ đó có thể nhận định lượng cần thiết và nguồn thu thập. Ở những nơi có thể, hạt giống cần phải được thu thập tại khu vực, vì hạt giống sẽ được làm thích ứng tốt nhất theo các điều kiện và sẽ duy trì tính toàn vẹn giống loài của nguồn gốc địa phương. Sau khi thu thập, hạt giống sẽ cần phải rửa sạch, lưu trữ dưới các điều kiện để duy trì khả năng phát triển tối đa trong suốt giai đoạn lưu trữ và giảm tối thiểu những thiệt hại do vật hại và nấm.

Xử lý hạt giống: Trước khi gieo trồng, hạt giống của nhiều loài có thể cần được xử lý để bắt đầu nảy mầm. Những phương pháp xử lý có thể bao gồm xử lý bằng nhiệt độ, vò, hoặc phơi trong khói hoặc nước hun khói. Nguồn thông tin về các phương pháp nào có thể cần đến gồm có nhà cung cấp giống, cán bộ nghiên cứu và các tài liệu tham khảo chính (như là Floradata, 2001).

Tại những khu vực có lượng mưa không ổn định, có thể linh hoạt không xử lý tất cả hạt giống, nhờ đó duy trì một lượng có thể phát triển trong những năm sau. Hạt giống khác có thể cần ghép vi khuẩn nốt rễ hoặc bôi vôi.

Tiếp nối hệ sinh thái: Nếu mục tiêu là tạo ra hệ sinh thái tự nhiên bền vững, đa dạng thì những khía cạnh kế thừa một hệ sinh thái phải được cân nhắc. Những loài đầu tiên đã tồn tại từ trước trên khu vực bị đào xới phải được chứa trong hỗn hợp hạt giống, các đặc tính của loài ở những giai đoạn kế thừa cũng phải được triển khai sớm nếu kinh nghiệm chứng minh điều này có thể được thực hiện thành công. Tính tương đối phong phú của loài sẽ thay đổi vì những loài tồn tại đầu tiên đã chết và những loài sống lâu hơn, hoặc những loài tồn tại sau đó dần chiếm tỉ lệ áp đảo. Tỷ lệ gieo giống cao đối với một số loài tồn tại đầu tiên có thể giảm sự đa dạng tổng thể do cạnh tranh sinh tồn với các loài khác.

Tỷ lệ gieo giống: Thông tin cần thiết để xác định tỷ lệ gieo giống không phải luôn luôn có sẵn và cần phải có những thử nghiệm nhà kính và thực nghiệm đồng ruộng. Thử nghiệm về khả năng phát triển và nảy mầm của hạt giống có thể giúp chỉ ra tỷ lệ cần thiết để đạt được đa dạng thực vật mong muốn; tuy nhiên cũng cần phải cân nhắc tới tỷ lệ chết của giống non. Tỷ lệ này có thể cao, tùy theo lượng mưa sau

đó. Tỷ lệ gieo giống cao hơn của các loài trên tầng phủ đất như cỏ sẽ cần thiết tại những nơi việc bảo vệ ăn mòn là tối quan trọng.

**Dàn trải hạt giống:** Những phương pháp dàn trải hạt giống thực tế sẽ dựa một phần theo lao động và thiết bị sẵn có. Những phương pháp này bao gồm dàn trải bằng tay, máy bay trực thăng, máy rải giống nông nghiệp hoặc xe ủi làm công việc đào xới (việc này đảm bảo hạt giống được sử dụng trên bề mặt mới được đào xới thay vì một bề mặt đã phát triển lớp vỏ cứng). Quan trọng là phải đảm bảo mỗi loài được dàn trải tại tỷ lệ mục tiêu được lựa chọn. Một số phương pháp cơ khí không dàn trải một số loại hạt giống tốt.

**Thời gian gieo giống:** Thời gian gieo giống có vai trò quyết định và có thể tương đối đa dạng tùy theo điều kiện khí hậu địa phương. Thông thường, thời gian tốt nhất cho hạt giống là trước khi có lượng mưa phù hợp, tuy nhiên, lượng mưa thường khó báo trước nhiều ở Úc. Nghiên cứu gần đây do Alcoa (Ward et al., 1996) tiến hành đã chứng minh tầm quan trọng của việc sử dụng hạt giống trên đất mặt mới dàn trải, thậm chí nếu lượng mưa phù hợp không được trông chờ trong vài tháng.

**Dàn trải thực vật:** Trong một số quần thể thực vật, như là vùng có cây thạch nam, nhiều loài thực vật không dễ dàng giải phóng hạt giống của chúng. Những loài này có thể được đưa trở lại bằng cách thu thập thực vật từ những khu vực đang được dọn sạch để khai thác mỏ và đưa trực tiếp tới những khu vực mới được khôi phục mà tại đó chúng sẽ giải phóng hạt giống và bảo vệ xói mòn.

Cần phải giám sát quá trình khôi phục mà không chắc chắn rằng vẫn còn tồn tại mối quan hệ giữa nhiều khía cạnh của việc gieo giống. Quá trình giám sát sẽ đem lại thông tin cần thiết để đạt được sự cải thiện liên tục liên quan tới việc thiết lập một quần thể thực vật đa dạng.

### Gieo giống nước

Trong khi thường tốn chi phí hơn quá trình gieo giống truyền thống, gieo giống nước đôi khi cần để thiết lập hệ thực vật trên những sườn dốc đứng, tường thoải chân và tường hầm mỏ. Quá trình này thường được những nhà thầu thương mại tiến hành bằng máy gieo giống nước bơm bùn có chứa hạt giống, lớp bồi (như là lớp bồi giấy), chất gắn và nước. Quá trình gieo giống nước thành công yêu cầu lựa chọn các loài và tỷ lệ gieo giống phù hợp và tối ưu hóa quá trình trộn và tỷ lệ sử dụng.

### Trồng cây giống

Sử dụng quá trình gieo giống bằng tay có những ưu thế và bất lợi trong quá trình gieo giống trực tiếp. Những ưu thế gồm có ít hao hụt giống, mật độ trồng chính xác hơn, tỷ lệ sống cao hơn (trong một số nhưng không phải mọi trường hợp) và thường sống tốt hơn ở những nơi có vấn đề về cạnh tranh của cỏ dại. Ở những nơi cần phát triển nhanh (ví dụ như khi việc quản lý rừng là một trong những mục tiêu khôi phục lâu dài), Trồng cây giống có thể phù hợp hơn so với gieo giống trực tiếp.

Những bất lợi gồm có chi phí cao hơn khi kết hợp với xây dựng vườn ươm (hoặc mua cây từ vườn ươm thương mại) và chi phí lao động trồng cây bằng tay. Nhiều công ty sử dụng kết hợp gieo giống và trồng cây, dựa trên các loài được trồng.

Nguồn thực vật địa phương, tuổi và kích cỡ của giống khi trồng, chuẩn bị khu vực, phương pháp trồng và thời gian trồng liên quan tới điều kiện khí hậu đều quan trọng cho quá trình triển khai khôi phục thành công sử dụng giống. Việc chuẩn bị khu vực hiệu quả, trong đó có kiểm soát cỏ dại, là rất quan trọng.

Cần phải cân nhắc tới:

- sử dụng máy móc hay công cụ trồng cây
- sẵn sàng nước cho cây trồng (ví dụ bằng cách trồng giống tại đáy của các đường rãnh mà bên trong đó chảy lượng nước mưa ít ỏi)
- liệu nên cung cấp nước cho cây trồng bằng cách tưới nước tự nhiên hay thiết lập hệ thống mắt lưới dòng chảy nhỏ giọt (việc tưới nước hiếm khi được thực hiện trong các dự án khôi phục lớn hơn do phải hạn chế chi phí cao và đôi khi là khan hiếm nước; tuy nhiên, việc này có thể có vai trò tại những khu vực nhỏ tại đó việc thiết lập hệ thống vô cùng khó khăn)
- trồng cây giống trên gò đất mà tại đó khả năng bị úng nước
- bảo vệ khỏi sự cạnh tranh sinh tồn của cỏ dại, như là sử dụng phun điểm hoặc bện cỏ
- cung cấp lượng và loại phân bón chính xác
- bảo vệ tránh khỏi gốc nội địa, động vật ăn cỏ hoang dã và động vật có vú tự nhiên
- ghép vi khuẩn cộng sinh.

Sử dụng quá trình trồng cây để tăng sự đa dạng thực vật có thể đem lại những cơ hội tốt để lôi kéo các nhóm cộng đồng như là trường học, người Bản địa tại địa phương hoặc các nhóm bảo tồn. Tuy nhiên, cách tiếp cận này nảy sinh hai vấn đề – an toàn cho người tham gia và chất lượng công việc của họ. Những rủi ro liên đới khi vận chuyển cây, đi bộ trên đất không bằng phẳng, nhiệt, phơi nhiễm và những nguy hiểm khác phải được nhận định và chỉ rõ trước khi cho phép những người không khai thác mỏ vào khu vực. Cũng phải thận trọng để đảm bảo rằng công việc đáp ứng những tiêu chuẩn chất lượng của khu vực khai thác.

## Nghiên cứu tình huống: Mỏ mangan GEMCO, Groote Eylandt, Northern Territory

Công ty Groote Eylandt Mining (GEMCO) khai thác mangan từ một số hợp đồng trên vùng đồng bằng duyên hải phía tây Groote Eylandt. Hòn đảo có một khu vực 2260 kilomet vuông và toàn bộ do người Bản địa Anindilyakwa sở hữu. Khu mỏ đặt ở khu vực của Úc nơi mà kiến thức về các loài cây bị giới hạn và việc khôi phục thành công có thể có nhiều khó khăn. Vì thế công ty tìm tới Chủ sở



hữu Truyền thống để trợ giúp đưa đất của họ trở về nguyên trạng. Năm 1997, GEMCO cam kết một chương trình đào tạo và tuyển dụng cho người dân Anidilyakwan .

Việc khôi phục mỏ lộ thiên bắt đầu bằng hình thành lại địa hình, tiếp theo đó là bỏ hai lần, đưa đất nền và đất mặt mới trở lại và đào xới tới 1,4 met để giảm độ rắn. Bao gồm thiết lập hệ thực vật liên quan, sử dụng hạt giống và các quy trình trồng cây được thiết kế để đưa tới đa số loài thực vật đa dạng mà đại diện gần gũi với những loài được tìm thấy trong

những khu rừng tương tự kế bên. Địa điểm của mỏ trên một hòn đảo nghĩa là việc sử dụng hạt giống thu thập tại địa phương là quan trọng cho công việc khôi phục, vì cây phát triển từ những hạt giống có nguồn gốc này thích nghi tốt hơn với các điều kiện tại địa phương.

Khoảng 25 loài cây và bụi địa phương được thu thập từ những hợp đồng gieo giống trực tiếp hoặc phát triển giống để trồng cây vào mùa mưa. Lượng giống cần thiết cho mỗi mùa cần được tính toán từ nghiên cứu trước đó và khu vực khai thác sẵn có và GEMCO phụ thuộc vào kiến thức của địa phương về người lao động Bản địa để xác định vị trí hạt giống và nắm bắt thời gian thuận lợi nhất cho mỗi khu vực riêng biệt.



Những thành viên trong nhóm hiện nay đang đăng ký những thông tin này tới GIS để đảm bảo kiến thức sẵn sàng để sử dụng trong tương lai. Hạt giống được thu thập phần lớn trong năm tận dụng người nhật xử lý lâu, bằng tay, hoặc từ những cây cao hơn theo địa hình làm việc được nâng lên. Tất cả hạt giống được làm sạch để loại bỏ vỏ, bã, cùi hoặc những vật liệu không mong muốn khác mà có thể ngăn cản quá trình nảy mầm.



Sau khi làm sạch và làm khô hạt giống, ghi chép dữ liệu về địa điểm, trọng lượng và ngày thu thập, hạt giống được xử lý bằng dioxit cacbon để giảm sự tấn công của côn trùng và sau đó được bịt kín chân không. Hạt giống mới đóng gói được đặt trong một phòng lưu trữ có điều hòa không khí để tăng cường tối đa khả năng phát triển lâu dài. Huấn luyện về các hoạt động này để đảm bảo chúng đạt được theo phương pháp hiệu quả và chuyên nghiệp. Niềm tin của các thành viên của nhóm trong công việc của họ được chứng minh bởi chất lượng của hạt giống đã làm sạch, bằng với bất cứ hạt giống có trên thị trường nào.

Bộ phận Khôi phục của GEMCO cũng có trách nhiệm với tất cả việc gieo giống trực tiếp, một số việc chuẩn bị công việc về đất và trồng cây giống trong suốt mùa khôi phục, cùng với mọi việc kiểm soát cỏ dại trên khu vực khai thác. Một số thành viên của nhóm đã đạt được tiến triển trong việc khai thác mỏ chủ đạo và hiện nay tham gia vào các quá trình xử lý đất mặt.

Với Chủ sở hữu Truyền thống của các mảnh đất này, điều này được họ quan tâm và đem lại cho họ niềm kiêu hãnh lớn khi xem mảnh đất của họ quay trở lại càng gần như nguyên trạng càng tốt bằng những nỗ lực của họ.

Việc tối ưu hóa hiểu biết truyền thống của người lao động về thực vật địa phương và những thay đổi theo mùa có tác động tới việc thu thập hạt giống tại bắc Úc có nghĩa là GEMCO có thể đáp ứng những yêu cầu về giống của mình mỗi năm và hiểu được rằng người dân làm việc để khôi phục rừng, điều này được thấy trong những việc họ làm nhiều hơn là một công việc đơn thuần khác.

Bộ phận Khôi phục của GEMCO đã tạo ra những cải thiện lớn trong các hoạt động khôi phục trong suốt năm năm qua, giành một số giải thưởng và ghi nhận về hoạt động tốt nhất của họ. Tiếp tục tăng cường số người lao động Bản địa tại địa phương trong GEMCO cũng nói lên quá trình giao tiếp được cải thiện lớn giữa Chủ sở hữu Truyền thống địa phương và công ty, một nhân tố quan trọng để duy trì mối quan hệ tốt đẹp.

Nguồn: Công ty Groote Eylandt Mining

## Thiết lập những loài thực vật khó trồng

Các công ty khai thác mỏ có mục đích thiết lập một quần thể thực vật đa dạng thường nhận ra rằng một số loài thực vật khó hoặc không thể triển khai từ hạt giống và không sẵn sàng tiếp cận thậm chí khi sử dụng lớp đất mặt mới. Nếu việc tiếp cận những loài này nhằm đáp ứng các tiêu chí khôi phục là quan trọng, cần phải sử dụng các quy trình như là nuôi cấy mô, giảm cành hoặc những phương pháp khác.

Sản xuất bằng giảm cành có thể tương đối đơn giản và rẻ, và có thể là một lựa chọn có khả năng phát triển cho một số loài (ví dụ như trong môi trường rừng nhiệt đới). Trái lại, nuôi cấy mô yêu cầu thiết bị phòng thí nghiệm đắt đỏ và thường chỉ phù hợp với những loài được ưu tiên lớn – như là những loài hiếm hoặc có vai trò chức năng chủ yếu – hoặc ở những nơi mà việc ưu tiên triển khai đầy đủ các loài diễn ra trong khu vực không liên quan tới khai thác mỏ.

Trong năm 2003 Alcoa World Alumina Australia sử dụng nuôi cấy mô và giảm cành để triển khai các loài thực vật khó trồng. Công ty đã sử dụng những phương pháp này để sản xuất và trồng 184 000 cây thuộc 23 loài khác nhau với một chi phí khoảng 2,80 USD mỗi cây trên đất.

## Cấy

Việc cấy toàn bộ cây hoặc các bụi cây có thể có ý nghĩa tích cực trong việc triển khai những loài cụ thể trong một số tình huống. Ví dụ, công ty Consolidated Rutile sử dụng phương pháp này để triển khai cây cỏ (*Xanthorrhoea johnsoni*) trong khu vực khôi phục mỏ cát khoáng sản của mình tại Đảo North Stradbroke ở Queensland, Úc. Cây cỏ là một phần quan trọng trong hệ sinh thái trước khi khai thác mỏ và là môi trường sống quý giá đối với động vật. Tuy nhiên, cây cỏ phát triển chậm và, mặc dù chúng có trong hỗn hợp hạt giống, những cây này cần nhiều thập kỷ để trưởng thành. Công ty đã chỉ ra vấn đề này bằng cách sử dụng máy xúc và xe tải để cấy toàn bộ cây, với tỷ lệ thành công 90 phần trăm.

Quá trình cấy cũng có thể là một cách hiệu quả để triển khai cây cối và cây lách ở vùng đất ẩm. Khó có thể thu được hạt giống của nhiều loài trong số này và sự thay đổi mực nước có thể khiến tỷ lệ gieo giống thành công rất thấp. Việc cấy toàn bộ bụi cây tại những khoảng dọc theo ngân nước có thể là một cách đáng tin cậy hơn rất nhiều để triển khai nhanh chóng thực vật bao quanh.

## Di dời môi trường sống

Mặc dù nhìn chung đắt đỏ và chỉ được sử dụng trong những tình huống đặc biệt, việc di dời môi trường sống là một lựa chọn khác cho việc thiết lập đa dạng thực vật khi những phương pháp khác thất bại. Quá trình này liên quan tới việc thu thập và cấy toàn bộ bụi cây khi sử dụng những mảnh đất nhỏ, ví dụ như người khuân vác từ đầu vào. Điều này có thể chứng minh sự hữu dụng trên quy mô nhỏ ở những nơi triển khai những loài khó trồng riêng biệt hoặc ưu tiên kết hợp nhiều loài.

## Chiếm lại tự nhiên

Theo thời gian, quá trình chiếm lại tự nhiên có thể đem lại kết quả là nhiều loài cây tự nhiên được triển khai bằng cách đưa hạt giống vào khu vực bởi gió, nước và động vật (như là hạt giống trong phân chim). Các công ty cần phải hiểu những loài nào sẽ chiếm lại nhanh chóng với số lượng chấp nhận được và những loài nào sẽ mất thời gian hơn nhiều. Có một điểm nhỏ khi mua và sử dụng hạt giống của những loài thực vật là chiếm lại tự nhiên trong

một khung thời gian chấp nhận được. Tuy nhiên, ở những nơi mà việc chiếm lại tự nhiên mất rất một thời gian rất dài, việc gieo giống và trồng cây có thể cần triển khai một số loài mấu chốt nhằm đáp ứng những mục tiêu khôi phục và kỳ vọng của các bên liên quan. Việc bảo vệ quần thể thực vật tự nhiên liền kề với một khu mở trong suốt các hoạt động khai thác là cần thiết để cung cấp nguồn hạt giống và, nhờ đó, tạo điều kiện thuận lợi để chiếm lại tự nhiên.

## 4.10 Triển khai quần thể động vật

Ở những nơi có mục tiêu khôi phục là triển khai một hệ sinh thái tự nhiên bền vững, những yêu cầu về môi trường sống phải được đưa vào bản kế khai. Việc chiếm lại các loài động vật cho những khu vực được khôi phục cần phải được khuyến khích bằng cách cung cấp một hệ sinh thái phù hợp. Triển khai các quần thể thực vật tương tự như các loài tồn tại trước khi khai thác mở phải đảm bảo rằng phần lớn các loài sẽ chiếm lại đúng lúc. Việc chiếm lại động vật tự nhiên hầu như luôn phù hợp hơn việc đưa các loài thú trở lại theo quy luật tự nhiên vì không mất chi phí và động vật sẽ quay trở lại khi môi trường sống đáp ứng yêu cầu của chúng.

### 4.10.1 Kiểm soát các loài thú có vấn đề

Các loài thú cũng có thể gây ra những vấn đề đáng kể tới quá trình khôi phục đang phát triển. Gia súc chăn thả có thể cần bị ngăn chặn bằng cách làm hàng rào trong suốt giai đoạn triển khai và có thể lâu hơn. Chăn thả động vật có vú như là kangaroo và wallaby cũng có thể là một vấn đề và có thể yêu cầu sử dụng vật bảo vệ cây (ống bảo vệ cây non) hoặc những phương pháp khác không làm cho động vật hoang dã tự làm hại mình. Động vật ăn cỏ được giới thiệu (như là thỏ và dê) có thể tàn phá những cây mới được trồng.

Động vật ăn thịt hoang dã (như là mèo và cáo) đưa ra một vấn đề khác để triển khai một hệ sinh thái thiết thực. Chúng có thể làm giảm đáng kể lượng động vật có vú tự nhiên, do đó giảm nguồn dân số cho tuyển dụng.

Sẽ cần tới một kế hoạch quản lý động vật để chỉ rõ những vấn đề này. Cơ quan nông nghiệp chính phủ của tiểu bang và hạt là nguồn thông tin hữu dụng để kiểm soát động vật hoang dã.

### 4.10.2 Xây dựng môi trường sống cho động vật

Kinh nghiệm chỉ ra rằng một số phần chính trong các yêu cầu về môi trường sống của các loài động vật có thể không được đưa ra trong quá trình khôi phục từ nhiều thập kỷ. Những ví dụ về cách các công ty đã chỉ ra những thiếu hụt của môi trường sống này bao gồm:

- cấy cây cỏ
- bảo tồn và tái sử dụng thực vật bằng cách lát mỏng hoặc dàn trải nó như lớp phủ, các nhánh để cung cấp nơi ẩn náu cho động vật không xương sống và bò sát nhỏ, bảo vệ xói mòn và dinh dưỡng
- xây những hộp trú ẩn để cung cấp nơi ẩn náu và môi trường sinh sản cho nhiều loài chim và động vật có vú.
- đưa gỗ đã được làm sạch trở lại để làm nơi ẩn náu dưới dạng khúc gỗ và đồng gỗ mà nhiều loài sống trong đất cư trú bên trong hoặc bên dưới

- xây dựng môi trường sống cho loài bò sát bằng việc sử dụng giới hạn đá cuội bề mặt
- xây dựng nơi đậu cho chim ăn thịt và các loài chim khác (những loài có thể đưa hạt giống tới)
- tạo ra những cây chết khô (“dự hội”) cung cấp những chỗ hõm, những khe nứt, vỏ tróc, tất cả những thứ cung cấp nơi ẩn náu hữu ích cho nhiều loài bò sát và động vật không xương sống nhỏ.

Một dự án của Trung tâm Công nghệ và Nghiên cứu Khoáng sản Úc (ACMER) có tựa đề Innovative Techniques for Establishing Fauna Habitat Following Mining (Những Kỹ thuật Đổi mới cho Quá trình Triển khai Môi trường sống của Động vật Sau khi Khai thác mỏ) đem lại những lời khuyên thiết thực về các phương pháp mà các công ty khai thác mỏ đang sử dụng để triển khai những vấn đề này và các môi trường sống của động vật khác (xem [www.acmer.com.au](http://www.acmer.com.au)).

#### 4.11 Tái phủ xanh những khu vực không khai thác mỏ

Các tiêu chí khôi phục phải được phát triển trên một cơ sở thuê toàn bộ, mô tả cách nhìn nhận của cộng đồng và các bên liên quan khác, cũng như các kế hoạch sử dụng đất trong khu vực, các kế hoạch quản lý thoát nước, các chương trình Chăm sóc đất và các sáng kiến khác. Nhiều mỏ khai thác liền kề với đường nước đã xuống cấp, đất đã bị làm sạch hay chặn thả quá mức, và bụi cây đã xuống cấp biệt lập với những bãi đất hoang còn lại.

Việc hợp nhất quá trình khôi phục của những khu vực không khai thác mỏ với kế hoạch khôi phục có thể xây dựng những liên kết cộng đồng có giá trị và nâng cao đáng kể những kết quả quản lý môi trường tổng thể. Một số khu mỏ phát triển những mầm cây đa dạng sinh học. Những mầm cây này đem đến một cơ hội tuyệt vời để kết hợp khôi phục mỏ khai thác với các chiến lược lập kế hoạch bảo tồn tại địa phương. Việc bảo vệ và khôi phục những khu vực bị xuống cấp (rừng, đầm lầy), thiết lập hành lang kết nối thực vật còn lại và tái phủ xanh những khu vực cạnh suối để tăng cường đa dạng sinh học dưới nước là những ví dụ về các mầm cây đa dạng sinh học mà có thể tăng cường những giá trị bảo tồn địa phương. Những mục tiêu khôi phục khác có thể tập trung vào giảm thiểu những khía cạnh thứ yếu của hoạt động khai thác mỏ, ví dụ như bằng cách kiểm soát xói mòn mà có thể làm tăng lượng cặn lắng ở hạ nguồn, tác động tới chất lượng nước và sinh vật thủy sinh.

Cũng như những kỹ thuật tái phủ xanh tiêu chuẩn, quá trình khôi phục những khu vực bị xuống cấp có thể cần phải bao gồm:

- giảm chặn thả gia súc
- kiểm soát động vật hoang dã
- quản lý hỏa hoạn
- diệt cỏ dại
- làm hộp trú ẩn
- những kỹ thuật khác để bảo vệ chất lượng nước, tăng cường các giá trị bảo tồn và cung cấp nguồn bổ sung hàng năm đối với thực vật và động vật trong giai đoạn dài hơn.

Các nhóm bảo tồn địa phương và Landcare là nguồn thông tin tốt về những sáng kiến có thể chứng minh hiệu quả kinh tế cao nhất.

## 4.12 Thiết lập đồng cỏ và lâm nghiệp trong thương mại

Mặc dù nhiều quá trình khôi phục sau khi khai thác tại Úc hiện nay được thiết kế để tạo ra hệ sinh thái tự nhiên, việc thiết lập các đồng cỏ phù hợp cho chăn thả gia súc vẫn được triển khai rộng rãi, đặc biệt là trong ngành khai thác mỏ than tại New South Wales và Queensland. Những kỹ thuật được sử dụng thành công trong nhiều năm được tổng kết tại Hannan (1995) và Hannan và Bell (1993). Những kỹ thuật này bao gồm thử nghiệm đất để xác định tỷ lệ phân bón yêu cầu và, nếu cần thiết, bổ sung cho đất như là vôi. Đồng cỏ tự nhiên thường được triển khai bằng thiết bị gieo giống nông nghiệp tiêu chuẩn. Những nghiên cứu gần đây tập trung vào chứng minh các định hướng quản lý lâu dài (khả năng lưu trữ, những yêu cầu về bón phân) để đảm bảo nhu cầu sử dụng đất dự kiến bền vững (Grigg et al., 2002).

Một số mỏ khai thác chọn sản xuất gỗ làm một trong những nhu cầu sử dụng đất chủ yếu sau khi khai thác mỏ. Thông tin kỹ thuật về triển khai các khu đất trồng cây thường có sẵn từ các cơ quan chính quyền tiểu bang và hạt liên quan, các nhà tư vấn và các tổ chức lâm nghiệp tư nhân.

Các nhân tố chủ đạo để triển khai khu đất trồng cây thành công bao gồm lựa chọn loài, xử lý khu vực (trong đó có đào xới, kiểm soát cỏ dại, bón phân), tạo không gian cho cây trồng, bảo trì sau khi triển khai, giám sát và xử lý lâm nghiệp, và thu hoạch, xay và đưa ra thị trường. Mỏ than Rix's Creek tại thung lũng Hunter Valley, New South Wales, đã tham gia vào bố trí khu vực trồng cây thương mại, và tham gia vào những khu mỏ khác có khả năng nối tiếp sau đó.

## 4.13 Giám sát và bảo trì

Giám sát và bảo trì là những phần cần thiết của các chương trình khôi phục thành công. Khi triển khai quá trình khôi phục, những hoạt động khôi phục chi tiết phải được dẫn chứng cẩn thận bằng tài liệu. Việc ghi chép những dữ liệu này hỗ trợ cho hai mục tiêu. Chúng giúp tiến hành những phép phân tích mà có thể hết sức quan trọng để hỗ trợ diễn giải những kết quả triển khai ban đầu và phương hướng lâu dài. Thông tin cũng có thể được sử dụng làm một bản kiểm kê kế toán để xác nhận với các cơ quan chức năng và các bên liên quan rằng đã đạt được những cam kết thống nhất.

Tại thời điểm hoàn thiện các hoạt động triển khai khôi phục, phải tiến hành giám sát để đánh giá những thành công khôi phục ban đầu, xác định yêu cầu đối với các hoạt động tu sửa và chứng minh liệu quá trình khôi phục có khả năng đạt được các mục tiêu lâu dài và các tiêu chuẩn đóng cửa khu mỏ hay không (đối với những khu vực có thể trong giai đoạn đầu này).



## 5.0 ĐÓNG CỬA

Việc lập kế hoạch khôi phục được tiến hành trong những giai đoạn đầu phát triển dự án và được phát triển trong khuôn khổ những mục tiêu đóng cửa tổng thể khu vực khai thác. Trong suốt quá trình khai thác, những thử nghiệm tại khu vực và nghiên cứu cho phép chương trình khôi phục được chỉnh sửa nhằm phản ánh các thông số đặc trưng của khu vực khai thác. Khi đóng cửa, địa hình cuối cùng được hình thành và chương trình khôi phục dần dần được mở rộng để bao gồm việc duy trì những khu vực bị đào xới. Những yếu tố quan trọng nhất của chương trình khôi phục sau khi đóng cửa là cải tiến tiêu chuẩn thành công và triển khai chương trình giám sát lâu dài. Mục đích là để chứng minh rằng các khu vực được khôi phục đang hướng tới các hệ sinh thái bền vững và ổn định phù hợp với tiêu chuẩn hoàn thiện được đưa ra.

### 5.1 Quá trình tư vấn trong khi đóng cửa mỏ khai thác

Hướng tới thời điểm đóng cửa khu mỏ, cần có các tiêu chuẩn đóng cửa để chứng minh quá trình khôi phục thành công. Cả các cơ quan chức năng và cộng đồng địa phương đều có thể đóng vai trò quan trọng trong việc triển khai những tiêu chuẩn này và các phương pháp giám sát được lựa chọn để đánh giá kết quả thực hiện. Điều này đặc biệt quan trọng nếu các phần của một khu vực khai thác mỏ được cộng đồng địa phương sử dụng.

Cộng đồng địa phương cũng có thể có vai trò tham gia vào quá trình giám sát lâu dài về thành công của quá trình khôi phục. Một số hệ sinh thái có thể mất vài thập kỷ để tái thiết lại và nhanh chóng báo động về các vấn đề tiềm ẩn có thể ngăn cản các chương trình bảo trì có chi phí cao.

### 5.2 Phát triển tiêu chuẩn thành công của quá trình khôi phục

Ngành, cơ quan chức năng và cộng đồng địa phương có quan điểm thừa nhận sự cần thiết của tiêu chuẩn để xác định khi nào quá trình khôi phục thành công hay kết thúc. Tiêu chuẩn thành công cho quá trình khôi phục cần dựa trên những nguyên tắc sinh thái. Tiêu chuẩn dựa trên một tập hợp chi tiết của các chỉ số về thực vật hoặc thông số hóa học đơn mà nhìn chung đã được nhận thấy là không đầy đủ. Cần thiết có một sự kết hợp các thuộc tính tại cả hai cấp độ cảnh quan và chỉ rõ thêm những thuộc tính đặc trưng của hệ sinh thái. Những tiêu chuẩn này cũng phải được triển khai trực tiếp tới các chương trình giám sát hoạt động nhờ sử dụng dữ liệu điều tra thực địa và bản đồ lấy từ các hình ảnh quan sát từ xa. Những thông tin khác về chủ đề này có thể tìm thấy từ sổ tay Mine Closure and Completion (Đóng cửa và Hoàn Thành Khu khai thác mỏ) trong những tài liệu này.

### 5.3 Phát triển chương trình giám sát quá trình khôi phục

Ngành khai thác mỏ đã hỗ trợ nhiều chương trình nghiên cứu mà trong đó đã đưa ra nhiều kỹ thuật quan trọng để đánh giá sự ổn định của khu vực và sự bền vững, năng động và đúng chức năng của các quá trình của hệ thực vật và hệ sinh thái trên khu đất được khôi phục. Có một số cách tiếp cận mới và cải tiến đã được chứng minh là hữu ích khi xác định các quá

trình xói mòn và sự phát triển của hệ sinh thái. Mới đây, những kỹ thuật từ các chỉ số sinh thái học quy mô lớn ở cấp độ cảnh quan cho tới việc chứng minh số lượng các loài và những phản ứng sinh lý đã được sử dụng. Một sự kết hợp các chỉ số biểu trưng cho cách tiếp cận triển vọng nhất khi các thông số hệ sinh thái được thăm dò hiệu quả nhất ở những phạm vi khác nhau.

Một quá trình tuần tự để thiết kế và triển khai một chương trình giám sát khôi phục được mô tả trong phần này. Những bước này sẽ được phát triển tại các giai đoạn lập kế hoạch ban đầu và triển khai trong suốt các giai đoạn hoạt động của khu mỏ, nhưng được bao gồm ở đây cho việc củng cố và hoàn thiện.

### 5.3.1 Thiết lập các mục tiêu khôi phục

Giai đoạn ban đầu này sẽ được triển khai một cách lý tưởng kết hợp với các bên liên quan chủ chốt để thảo luận và thống nhất các tiêu chuẩn thành công cho quá trình khôi phục. Tiêu chuẩn thành công phải được xác định theo trạng thái tự nhiên của các khu vực được khôi phục, mục đích sử dụng đất sau khi khai thác và mọi hạn chế hay mặt hạn chế tiềm ẩn để đạt được mục đích sử dụng cuối cùng như mong muốn này. Như thảo luận trong các phần trước của sổ tay này, những hạn chế này có thể bao gồm các thuộc tính hóa học, địa hóa học, vật lý, sinh học hoặc thủy học của những cảnh quan và chất nền được xây dựng lại.

Có thể có những tiêu chuẩn thành công khác nhau cho những phạm vi hoặc các phần khác nhau của khu mỏ, như là bãi đá thải, cơ sở lưu trữ chất thải, khoảng trống, đường nước và đường chuyển hướng, và các khu vực cơ sở hạ tầng.

Nếu các khu vực được khôi phục được đưa trở lại với các quần thể tự nhiên bền vững trong đó có các loài địa phương, có thể có các quần thể phù hợp trong cảnh quan xung quanh mà có thể tác động như các khu vực tham chiếu hoặc “vật tương tự” (xem Phần 5.3.2). Tuy nhiên, dựa vào trạng thái tự nhiên của quá trình khai thác mỏ và địa hình mới và môi trường tăng trưởng xây dựng lại được tạo ra, việc lựa chọn các khu vực không nhất thiết phải rõ ràng. Hiểu được những tác động gia tăng qua lại của khí hậu – cây trồng – môi trường là cần thiết để làm cho các quần thể được xây dựng lại thích ứng với các khu vực tham chiếu phù hợp. Ở nhiều khu vực của Úc, thực vật sẽ phản ứng mạnh với những biến đổi về độ ẩm và lượng dinh dưỡng sẵn có và phản ứng ít hơn đối với những biến đổi như độ cao hoặc bức xạ mặt trời chiếu tới. Nhờ đó, phải ưu tiên kiểm tra sự kết hợp và tác động lẫn nhau của nhiều nhân tố như là vị trí cảnh quan (các khu vực dòng chảy liên tục so với dòng chảy đi), sườn dốc, chiều sâu và kết cấu đất (hoặc vùng gốc), trạng thái tự nhiên bề mặt và hóa địa.

Nếu mật độ chướng ngại thấp được cân nhắc lựa chọn cho việc sử dụng đất sau khi khai thác, có thể cần tới một đánh giá dựa trên rủi ro để xác định tiêu chuẩn thành công chính. Ví dụ, nghiên cứu/thử nghiệm mục tiêu có thể cần được tiến hành để chỉ rõ các vấn đề về khả năng vận chuyển bền vững hoặc các vấn đề ô nhiễm kim loại tiềm ẩn.

### 5.3.2 Vai trò của vật tương tự

Việc lập kế hoạch khôi phục cho địa hình bị khai thác yêu cầu một kiến thức chi tiết về tình trạng không bị xáo trộn. Cần có bản kê tài nguyên sinh thái học cơ sở để cung cấp thông tin về kết cấu các loài và một cách lý tưởng bản kê phải xác định các giai đoạn kế thừa của

thực vật. Các hệ sinh thái biểu hiện sự thay đổi liên tục của tự nhiên, khác nhau giữa các khu vực khai thác do tính không đồng nhất của môi trường tự nhiên. Vì thế, hệ thống tham chiếu đơn lẻ thường không tương xứng. Những khu vực tham chiếu phức tạp phải được sử dụng để xác định động lực của những mảnh đất nhỏ và tính không đồng nhất của khu vực. Cần có những mốc chuẩn để xác định và tính toán những điểm không thống nhất gây ra bởi sự khác biệt trong các giai đoạn phát triển giữa khu vực khai thác mới khôi phục và khu vực tham chiếu trưởng thành về phương diện sinh thái.

Một điểm quan trọng là không chọn vật tương tự và đặt chúng làm các mục tiêu so sánh cho quá trình khôi phục. Điều này bởi vì những chuyển dịch dinh dưỡng và nước chủ yếu mà gây khó khăn cho các quần thể được khôi phục đã tạo ra một môi trường rất khác biệt so với trường hợp mà tại đó vật tương tự ở gần có thể tiến triển. Việc sử dụng những khu vực tương tự được củng cố thêm bởi giả định rằng những khu vực như vậy mô tả giai đoạn tối ưu của hệ sinh thái. Trong nhiều trường hợp điều này có thể là thực tế, dựa vào những tác động của con người tới việc chặn thả, hỏa hoạn và các hoạt động trước khi khai thác khác.

Trong khi các tiêu chuẩn so sánh có thể không thật sự hoàn hảo thì các tác động của mùa và khí hậu đối với các quá trình khôi phục có thể được đánh giá bằng giá trị khi thiết lập một số khu vực làm dấu chuẩn hoặc các khu vực tham chiếu trong các hệ thống không bị khai thác. Về mặt những biến đổi trong kết cấu loài, những khu vực tham chiếu cũng chỉ dẫn về mức độ và loại tầng phủ hiện tại và những tác động của tầng phủ này đối với chất và lượng của nước chảy đi.

Việc quan sát sự đa dạng của môi trường, và từ địa hình tới phạm vi vi địa hình, đã chỉ ra rằng sự sẵn có của nước là công cụ chủ yếu trong việc phân bổ không gian cho các quần thể thực vật. Một điểm khác quan sát được là sự di chuyển của nước qua cảnh quan có thể tác động tới sự tích tụ và sẵn sàng của chất dinh dưỡng. Nguyên tắc này có thể đem lại cơ sở để hiểu rõ tiềm năng của khu vực được xây dựng lại và củng cố lựa chọn hợp lý (và bảo vệ được) cho các quần thể tương tự hoặc tham chiếu.

### 5.3.3 Lựa chọn các thông số giám sát

Những thông số nào được giám sát và mức độ thường xuyên sẽ dựa trên thông tin mà thông số cung cấp, mức độ nhạy cảm của phản ứng, mối tương quan với các quá trình và dự đoán của hệ sinh thái được biết, sự dễ dàng (và chi phí) của cách xác định và khả năng lặp lại hoặc mức độ chủ quan. Có nhiều lựa chọn các thông số giám sát nhưng phải bao gồm những thông số mà đã được biết đến hoặc được mong đợi là định ra ranh giới tốt nhất cho sự ổn định thành công của khu vực và việc thiết lập, phát triển và sự bền vững của thực vật.

Đặc biệt, việc giám sát quá trình khôi phục sẽ bao gồm:

- một đánh giá sự ổn định bề mặt (và sườn dốc)
- hiệu quả của tầng phủ được xây dựng (thiết lập trên khắp khu mở hoặc phế liệu xử lý khoáng sản)
- các thuộc tính của đất hoặc môi trường vùng gốc (như là hóa chất, độ màu và quan hệ với nước)
- các thuộc tính cấu trúc của quần thể cây trồng (như là sự đa dạng và chiều cao của tầng phủ, các loài cây gỗ)



- kết cấu quần thể cây trồng (như là sự có mặt của cỏ dại, các loài mong muốn)
- những chỉ thị được lựa chọn về thực hiện chức năng hệ sinh thái (như là sinh khối vi khuẩn đất).

Quá trình giám sát cũng có thể mở rộng tới những điều tra về các nhóm động vật được lựa chọn để đánh giá sự quay trở lại của chúng (bao gồm chim và động vật có vú), hoặc như là vật chỉ thị sinh học có xu hướng hệ sinh thái lớn hơn (kiến).

Một ví dụ về các thông số có thể được đo tại một khu vực riêng biệt để hỗ trợ cho tiêu chuẩn đặc trưng của khu vực khai thác bao gồm:

#### Chủ yếu

- xói mòn
- cacbon hữu cơ đất
- tầng phủ đất (sinh vật, rác, đá)
- phong phú các loài thực vật

#### Thứ yếu

- sinh khối vi khuẩn trong đất
- nitơ và photpho trong lá
- sự có mặt của cỏ dại
- hoạt động của vi sinh vật cộng sinh
- hoạt động của động vật (không xương sống).

Trong khuôn khổ quá trình giám sát nêu trên, một sự khác biệt được tạo ra giữa các thông số thứ tự chủ yếu và thứ yếu. Trong ví dụ riêng này, thông số thứ tự chủ yếu sẽ là bắt buộc và chẩn đoán trong khu thông số thứ tự thứ yếu có quy tắc và chi tiết hơn. Những thông số thứ tự thứ yếu được nhận thấy là cần thiết khi những kết quả đo đạc các thông số thứ tự chủ yếu chỉ ra rằng tiêu chuẩn thành công không đạt được hoặc không có khả năng đạt được. Trong khuôn khổ thời gian của một chương trình giám sát mở rộng, mức độ thường xuyên với thông số thứ tự thứ yếu đo được có thể ít hơn nhiều so với các thông số thứ tự chủ yếu.

Trong khi một số thuộc tính của đất và cây cối không bị ảnh hưởng bởi mùa, cần phải tiêu chuẩn hóa thời gian thu thập dữ liệu cho các thuộc tính khác. Ví dụ như tại các vùng phía bắc của Úc, các cuộc điều tra được khuyến tập trung tại cuối mùa mưa để đồng nhất với sự phát triển tối ưu của cây trồng và hoạt động sinh vật liên kết khác.

Quá trình xác định xói mòn có thể có một vài cách tiếp cận:

- giữ lại và đo lượng cặn lắng bị ăn mòn khi chảy đi
- làm ví dụ chảy đi để đo lượng cặn lắng chảy đi
- ước lượng chiều cao thay đổi trong một khu vực bị ảnh hưởng bởi xói mòn để đánh giá lượng chảy đi.

Việc sử dụng sơ đồ đo lường có thể đem đến các phép đo chính xác về lượng cặn lắng chảy đi và ở đáy và vẫn đục, mà có thể có lợi ích riêng biệt ở những nơi quan tâm tới cân

bằng nước và đất, sự di chuyển của cặn lắng ra khỏi khu vực khai thác. Cách tiếp cận này thông thường đem lại dữ liệu chất lượng cao, nhưng tương đối tập trung lao động và cần các sơ đồ để định vị cẩn thận nhằm đem lại dữ liệu có ý nghĩa.

Lấy ví dụ về cặn lắng chảy đi chỉ là tương đối để cân nhắc về lượng vẩn đục (do khó khăn trong những mẫu đại diện của cặng lắng ở đáy do chảy đi) và, một lần nữa, có thể yêu cầu đầu vào tại khu vực khai thác có ý nghĩa.

Nhiều kỹ thuật được sử dụng để đo lượng xói mòn trên một khu vực được quan tâm. Do chủ yếu lượng xói mòn lớn nhưng, nhìn chung, các cách tiếp cận dựa trên quét la-de hoặc phép quang trắc kỹ thuật số có thể đem lại phép đo tương đối chính xác sự thay đổi về lượng. Đo trực tiếp rãnh và lượng dòng chảy có thể có ích trong một số trường hợp, nhưng cách tiếp cận bằng hàng rào xói mòn có khả năng không chính xác và hoàn toàn không thỏa mãn.

### 5.3.4 Lựa chọn phương pháp tiến cận giám sát

Người lại động môi trường tại khu vực khai thác mở đối mặt với vô số những công cụ và kỹ thuật đánh giá. Họ cần phải xác định làm thế nào những dữ liệu từ những kỹ thuật khác nhau này có thể được tổng hợp, liệu có tồn tại những kẽ hở trong đánh giá thực hiện chức năng của quá trình khôi phục, và kỹ thuật nào có thể là phù hợp nhất cho khu vực khai thác và bối cảnh đặc trưng. Những kỹ thuật mới cũng cần được kết hợp với việc thu thập dữ liệu lâu dài sẵn có, và việc đo đạc tại mức độ thực vật cần được kết hợp với việc đo đạc tại mức độ của cảnh quan và quần thể.

#### Lát cắt ngang

Tiếp cận dựa trên lát cắt ngang thường được coi là phù hợp với việc thu thập dữ liệu trên nhiều loại cảnh quan và tuổi của quá trình khôi phục. Phương pháp luận này sẽ đánh giá tương xứng các đơn vị của khu đất được khôi phục với những kích thước và hình dạng khác nhau, trong khi cũng đồng thời đánh giá khuynh hướng biến đổi cố hữu về hướng, sườn dốc và kết cấu chất nền có khả năng trong mỗi đơn vị. Một giao thức mẫu sử dụng các ô phần tư có thể được kết hợp với phương pháp lát cắt ngang nhằm thu được chi tiết hơn về kết cấu và đa dạng loài trong tầng phủ đất và các đặc điểm bề mặt khác quan trọng đối với những khung cảnh thực hiện chức năng và ổn định.

#### Phân tích chức năng hệ sinh thái

Trong một vài năm trước, một phương pháp tiếp cận mới để giám sát quá trình khôi phục khu vực mở khai thác, phân tích chức năng hệ sinh thái (EFA), đã được sử dụng trên nhiều khu vực. EFA, do CSIRO phát triển, đem đến phương pháp giám sát được chuyển giao từ việc sử dụng nguyên bản tại các hệ sinh thái trên đất chăn thả và được điều chỉnh cho phù hợp để sử dụng trong các tình huống khu vực khai thác mở. Phương pháp, được mô tả trong Tongway (2001), bao gồm phần chính của phân tích chức năng cảnh quan mà sử dụng các đặc tính bề mặt của đất quan sát được để đánh giá (và sau đó là tính toán) chỉ số ổn định, độ thấm và vòng xoay chất dinh dưỡng của đất. Môđun bổ sung của động lực của thực vật và độ phức tạp của môi trường sống hoàn thiện gói hàng.

Trong một số nghiên cứu được thông qua so sánh năng lực thể hiện của cách tiếp cận EFA với những phương pháp luận định lượng bổ sung, kỹ thuật đã được tìm ra để thành công lớn nhất ở những nơi có độ cao tương đương của tính đồng nhất chất nền trên toàn bộ cảnh quan được khôi phục và ở những nơi những kỹ thuật khôi phục được tư vấn dài hạn, với ở nhà trồng các.

## Cảm nhận từ xa

Cảm nhận từ xa hoặc giám sát trên cơ sở hình ảnh có khả năng tăng cường thực hiện vai trò trong việc đánh giá việc khôi phục khu vực khai thác mỏ. Cảm nhận từ xa được phát triển như một công cụ để mở rộng mối quan hệ trên cơ sở đồng rộng và cung cấp ý nghĩa của việc tập trung nghiên cứu đồng ruộng trên phạm vi toàn bộ khu mỏ. Dữ liệu và hình ảnh đồng ruộng xây dựng dữ liệu mà tương quan với dữ liệu đồng ruộng đó cho phép ngoại suy phép đo phạm vi đồng ruộng dọc theo toàn thể khu vực được thu thập.

Việc đặt cảm biến trên không chất lượng tốt một vài năm trước đã nhấn mạnh tiềm năng hiệu quả chi phí, khung thời gian nghiêm ngặt để lên kế hoạch, đánh giá và giám sát các khu vực được khôi phục bằng cảm nhận từ xa. Dữ liệu liên quang phổ có thể đưa ra một số ưu thế trên những dữ liệu cảm biến biểu ngữ lớn lưu động như là hình ảnh trên không và các kiểu hình ảnh phụ phổ biến (Landsat). Những hình ảnh độ phân giải càng cao và quang phổ sẵn có từ những vệ tinh (Quickbird và SPOT 5), cung cấp một cơ hội thậm chí lớn hơn để nhận định và giám sát thành công của khu vực khai thác.

### 5.3.5 Đánh giá kết quả giám sát

Báo cáo các kết quả đánh giá về một cơ sở điều đặn hàng năm hoặc điều đặn khác có thể là một yêu cầu pháp lý, mặc dù giá trị thực tế của quá trình đánh giá được coi là hợp pháp trong việc tích lũy thông tin trong thời gian dài. Xu hướng phát triển quá trình khôi phục trong đó có đề cập tới các khu vực tham chiếu có thể được xác định và đường đi của quần thể khôi phục được nhận định liên quan tới phương pháp xử lý ban đầu hoặc tình trạng triển khai. Những công trình này tự tin trong những kỹ thuật đang được sử dụng, không chỉ cho công ty mà còn cho các nhà chức trách và các bên liên quan khác. Đánh giá định kỳ thông tin giám sát cũng có thể nhận định những kẻ hở thông tin hoặc các vấn đề nổi cộm mà yêu cầu thêm quá trình điều tra hoặc sửa chữa chi tiết.

## 5.4 Phát triển sổ tay giám sát

Hầu hết giá trị từ một chương trình giám sát đạt được khi khai thác với thông tin về những vấn đề xảy ra trên một khu vực khôi phục riêng biệt. Một bản ghi chép về lịch sử của một khu vực khôi phục liên kết kết quả hiện tại với hoạt động khôi phục, như là những phương pháp tiếp cận tốt nhất có thể được nhận định và các vấn đề được giải quyết. Cả hai cách thiết lập thông tin (trước đây và hiện tại) đều cần thiết khi hoàn thiện vòng phản hồi nhờ đó tiếp tục đạt được tiến triển.

Thông tin cơ sở phải được chỉ rõ bằng tài liệu cho mỗi khu vực khôi phục sẽ bao gồm chuẩn bị đất, sử dụng đất mặt (nếu có) và nguồn và xử lý, loại phân bón, tỷ lệ và lịch sử, hỗn hợp hạt giống được sử dụng khi triển khai và thời gian của các hoạt động hoặc sự cố xảy ra của các sự kiện đào xới như là lửa. Ranh giới của các khu vực khôi phục nhận được phương pháp xử lý như nhau cũng phải được ghi chép lại. Thông tin khác mà thường được thu thập trên khu vực khai thác như lượng mưa, độ ẩm tương đối, nhiệt độ và tốc độ gió cũng là vô giá để hiểu tại sao lại đạt được một kết quả khôi phục riêng biệt.

Sổ tay giám sát cần thiết để thiết lập phương pháp và nguyên tắc cần thiết để tiến hành chương trình giám sát nghiêm ngặt kỹ thuật cao về các thuộc tính của đất và thực vật tại khu vực mỏ được khôi phục. Sổ tay này cần đơn giản và linh hoạt đủ cho việc điều chỉnh và cải tiến những kết quả sắp xảy ra của việc triển khai lại các quy trình và đo đạc và có

thể phản ánh mọi thay đổi trong hoạt động khôi phục mà có thể, do cần thiết, được kể tục theo thời gian.

Lịch sử của khu vực được khai thác và tất cả các thành phần đóng góp cơ bản mà dẫn tới việc hoàn thiện gieo giống và trồng cây đã được chứng minh đầy đủ bằng tài liệu, sổ tay phải mô tả kế hoạch giám sát sau khi triển khai, trong đó có:

- những chi tiết về vị trí lát cắt ngang, số lát cắt ngang và nhân tố cơ sở để lựa chọn vị trí lát cắt ngang
- chọn vị trí các ô phần tư dọc theo lát cắt ngang để cho phép những đánh giá chi tiết về các thông số xác định trong và bên ngoài điểm ví dụ
- cái gì phải được đo đạc dọc theo lát cắt ngang – ở đâu và làm thế nào
- những yêu cầu về việc làm thế nào để lưu trữ và xử lý những mẫu thu thập được trước khi phân tích.

## 5.5 Bàn giao hợp đồng thuê

Các công ty khai thác mở triển khai quá trình khôi phục trên đất bị đào xới tuân theo các quy định về môi trường của tiểu bang và hạt và tiến hành giám sát các khu vực được triển khai để đánh giá kết quả. Mục đích là để chứng minh sự có mặt của địa hình không bị ô nhiễm ổn định, theo đó tạo điều kiện thuận lợi để bàn giao hợp đồng thuê và giải phóng công ty khỏi trách nhiệm pháp lý trong tương lai. Tuy nhiên, các cơ quan chức năng chính phủ có thể không sẵn sàng ký nhận và đảm nhiệm nguy cơ trách nhiệm pháp lý trong tương lai.

Có hai khu vực chủ yếu không chắc chắn. Khu vực đầu tiên không chắc chắn là quá trình khôi phục sẽ thất bại tại một thời điểm nào đó sau khi đóng cửa khu mỏ (đó là không ổn định), một rủi ro có thể giảm thiểu bằng cách nghiên cứu mục tiêu và sự giải thích được đưa ra về dữ liệu và xu hướng giám sát lâu dài. Khu vực thứ hai không chắc chắn, và khu vực nhận được ít sự quan tâm, là chất lượng của quá trình khôi phục có thể thay đổi lớn theo không gian do tính không đồng nhất của phương tiện phát triển thu được từ quá trình khai thác hoặc các hoạt động xử lý khoáng chất. Quá trình khôi phục đáp ứng hoặc vượt quá tiêu chuẩn thiết lập trong một khu vực có thể thất bại trong một cự ly nhỏ. Căn cứ vào việc giám sát quá trình khôi phục hoặc lấy mẫu thường được triển khai trên một điểm cơ bản, vẫn tồn tại sự không chắc chắn trong việc giải thích dữ liệu.

Kế hoạch khôi phục phải được nhận biết và chỉ rõ những biến đổi trong chất lượng đá thải bên dưới mà đã biết tới để tác động tiềm ẩn tới kết quả tái phủ xanh. Điều này sẽ cho phép chiều sâu của lớp đất mặt thường bị hạn chế hoặc vật liệu vùng gốc được biến đổi do những thuộc tính của chất thải khu mỏ bên dưới. Phương pháp tiếp cận này phải hướng tới thống nhất hơn trong chất lượng của kết quả khôi phục và giảm thiểu chi phí cho công việc tu sửa.

Một chương trình giám sát triển khai và phát triển có thể chứng minh rằng các khu vực được khôi phục đang được làm thích nghi với những thay đổi kế thừa được dự báo trước. Điều này đem lại niềm tin cho các bên liên quan rằng kết quả dự báo sẽ đạt được trong giai đoạn dài hơn.



## 6.0 KẾT LUẬN

Khôi phục là một quá trình chủ yếu được sử dụng để khắc phục những tác động lâu dài của hoạt động khai thác mỏ đối với môi trường. Những mục tiêu của công tác khôi phục có thể khác nhau, từ chuyển đổi khu vực sang một trạng thái ổn định và an toàn tới khôi phục những trạng thái càng giống như trước khi khai thác càng tốt để đảm bảo tính ổn định trong tương lai của khu đất.

Quá trình khôi phục khu mỏ là một phần cần thiết khi phát triển nguồn tài nguyên khoáng sản phù hợp với các nguyên tắc phát triển bền vững các hoạt động đi đầu. Quá trình khôi phục không phải là quá trình chỉ cần được cân nhắc tại, hoặc trước, khi đóng cửa khu mỏ. Hơn thế, nó phải là một phần của chương trình kết hợp của việc lập kế hoạch và quản lý hiệu quả thông qua tất cả các giai đoạn hoạt động và phát triển mỏ khai thác.

Sổ tay này nhìn vào quá trình khôi phục thông qua các giai đoạn phát triển mỏ khai thác, trong đó có lập kế hoạch, hoạt động và đóng cửa. Nó phác thảo những nguyên tắc và hoạt động của việc khôi phục mỏ khai thác và tập trung vào tái phủ xanh và thiết kế địa hình. Cuốn sách tập trung đặc biệt vào công tác khôi phục hệ sinh thái tự nhiên, nhất là tái tạo thảm thực vật bản địa.

### Những thông điệp chính

Những điểm sau đây tóm tắt những thông điệp chính từ cuốn sổ tay này:

#### Lập kế hoạch

- phát triển một kế hoạch khôi phục trong suốt giai đoạn lập kế hoạch sẽ mở ra kết quả từ nghiên cứu và thử nghiệm trên khu vực khai thác trở nên sẵn sàng
- đảm bảo xác định đặc tính ban đầu của vật liệu được khôi phục để nhận định những vấn đề tiềm ẩn đúng lúc để giải quyết
- hiểu biết về tính chất bên ngoài của môi trường mà sẽ có khả năng chi phối thành công của quá trình khôi phục
- thiết lập các mục tiêu khôi phục thực tế.

#### Hoạt động

- quản lý nước tại khu vực khai thác để giảm thiểu sự xói mòn và ngăn chặn khả năng ô nhiễm bên trong khu vực
- thiết kế địa hình an toàn, ổn định và phù hợp với môi trường xung quanh
- thiết lập tầng phủ để tăng cường sự ổn định và bảo vệ những vật liệu nguy hiểm tiềm ẩn có chứa bên trong địa hình
- quản lý lớp đất mặt để bảo tồn lượng dinh dưỡng giá trị và tăng cường khả năng phát triển của hạt giống tự nhiên và vi sinh vật

- tìm kiếm quần thể thực vật và động vật năng động và nhanh phục hồi khỏi trạng thái lo lắng.

#### Đóng cửa

- phát triển thành công quá trình khôi phục phù hợp với các mục tiêu đóng cửa tổng thể của khu vực
- thiết lập một chương trình giám sát quá trình khôi phục có đo đạc các thông số chức năng của hệ sinh thái đang phát triển
- chứng minh thông qua quá trình giám sát lâu dài rằng quá trình phát triển của các khu vực được khôi phục phù hợp với các tiêu chuẩn hoàn thiện.

Một điểm quan trọng là duy trì tham gia với các bên liên quan trong các vấn đề khôi phục trong suốt các giai đoạn của quá trình khai thác mỏ. Cũng như cách nhìn của cộng đồng, lập kế hoạch khôi phục cũng phải kết hợp chặt chẽ với việc điều tra trước khi khai thác bao gồm những yêu cầu pháp lý, khí hậu, vẽ địa hình, điều tra tiền kỹ về chất lượng đất và không khí, điều tra động thực vật, đất và các nhân tố khác. Những khía cạnh quan trọng khác của quá trình khôi phục gồm có các mục tiêu khôi phục, xử lý đất, làm đất, tái phủ xanh, dinh dưỡng đất, khôi phục quần thể động vật, bảo dưỡng, các tiêu chí thành công và giám sát.

Ngành khai thác mỏ, thực tế là bất cứ nhóm ngành nào, thường được đánh giá bởi cộng đồng dựa trên những đơn vị thể hiện kém nhất của ngành. Sổ tay này trình bày một số hoạt động xuất sắc được ngành khai thác mỏ và ngành khoáng sản tiến hành bằng cách áp dụng những nguyên tắc hoạt động đi đầu trong khôi phục mỏ khai thác. Thông tin và các nghiên cứu tình huống cung cấp trong sổ tay này minh họa rằng hoạt động khai thác có triển khai trên nền tảng bền vững.

Để đạt được quá trình khôi phục thành công trong một môi trường kỳ vọng không ngừng phát triển của cơ quan chức năng và các bên liên quan sẽ yêu cầu những kết quả tốt hơn được phát triển và triển khai có tham khảo ý kiến của các bên liên quan chủ chốt. Quá trình triển khai hoạt động khôi phục khu mỏ sẽ không chỉ thỏa mãn kết quả về môi trường và xã hội mà còn giảm gánh nặng về tài chính. Thông tin trong sổ tay này sẽ giúp cho người quản lý khu mỏ và người lập kế hoạch khu mỏ phát triển và triển khai kế hoạch khôi phục đặc biệt mà sẽ đạt được mục đích sử dụng tối ưu sau khi khai thác mỏ với sự kết hợp liên tục linh hoạt với quá trình cải thiện thông qua những thay đổi dễ dàng trong phương pháp và kỹ thuật.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

Asher, C, Grundon, N & Menzies, N 2002, How to unravel and solve soil fertility problems (Giải pháp tháo gỡ và đương đầu với vấn đề về độ màu mỡ của đất), Chuyên khảo ACIAR Số 83, Trung tâm Nghiên cứu Nông nghiệp Úc, Canberra.

Bell, LC 2002, “Khắc phục giới hạn hóa học”, trong Restoration and management of derelict land—modern approaches (Lưu trữ và quản lý đất bỏ không – phương pháp tiếp cận hiện đại), MH Wong và AD Bradshaw (eds.), pp. 112-127, Nhà Xuất bản Khoa học Thế giới, Singapore.

Carroll C, Merton L & Burger P 2000, “Tác động của tầng phủ thực vật và sườn dốc đối với quá trình rò rỉ, xói mòn và chất lượng nước đối với đồng ruộng trên nhiều vật liệu bùn nạo vét và đất ở trung tâm mỏ than Queensland”, Australian Journal of Soil Research (Tập san Nghiên cứu Đất của Úc) 38(2), Nhà xuất bản CSIRO, Collingwood, Victoria.

Dane, JH & Topp, GC (eds.) 2002, Methods of soil analysis, part 4, physical methods (Phương pháp phân tích đất, phần 4, phương pháp vật lý), Xã hội Khoa học Đất của Châu Mỹ, Inc., Madison, Wisconsin.

Dixon, JB & Schulze, DG (eds.) 2002, Soil mineralogy with environmental applications (Khoáng vật học đất với những ứng dụng môi trường), Xã hội Khoa học Đất của Châu Mỹ, Inc., Madison, Wisconsin.

Grigg, A, Mullen, B, Hwat Bing So, Shelton, HM, Bisrat, S, Horn, P & Yatapange, K 2002, Sustainable grazing on rehabilitated lands in the Bowen Basin (Chăn thả ổn định trên khu đất khôi phục tại Bowen Basin), Dự án Chương trình Nghiên cứu Hiệp hội Than của Úc C9038.

Floradata 2001, A guide to collection, storage and propagation of Australian native plant seed (Hướng dẫn thu thập, lưu trữ và nhân giống hạt giống cây tự nhiên của Úc), Tháng 2 năm 2001, ISBN 0957796617. Thông tin bổ sung liên quan tới hướng dẫn này có thể tìm thấy tại: <<http://www.acmer.com.au/publications/floradata.htm>>

Hannan JC 1995, Mine rehabilitation (Khôi phục Mỏ khai thác): a handbook for the coal mining industry (một sổ tay cho ngành khai thác than), xuất bản lần thứ 2, Hiệp hội Than NSW, Sydney.

Hannan, JC & Bell, LC 1993, “Khôi phục bề mặt”, trong Australasian Coal Mining Practices (Hoạt động Khai thác Than của Úc), AJ Hargraves và CH Martin (eds.), pp. 260-280. Viện Khai thác mỏ và Luyện kim Úc, Parkville.

Hossner, LR (ed.) 1988, Reclamation of surface-mined lands (Khôi phục đất khai thác mỏ bề mặt), Quyển 1 và 2, Báo CRC Inc., Boca Raton, Florida.

Loch, RJ 2000, Sử dụng mô phỏng nước mưa để hướng dẫn lập kế hoạch và quản lý các khu vực khôi phục: I, Những phương pháp thí nghiệm và kết quả của nghiên cứu tại khu mỏ NorthParkes, Land Degradation and Development (Phát triển và Sự xuống cấp của Đất) 11, pp. 221-240.

Loch, RJ 2000, “Tác động của tầng phủ thực vật đối với rò rỉ và xói mòn bên dưới nước mưa mô phỏng và dòng chảy qua đất trên khu vực khôi phục trên Khu mỏ Meandu, Tarong”, Australian Journal of Soil Research (Tập san Nghiên cứu Đất của Úc) 38: 299-312, Melbourne.

Loch, RJ & Orange, DN 1997, “Những thay đổi trong một số thuộc tính của lớp đất mặt tại mỏ than Meandu – Mỏ thay Tarong kể từ khi khôi phục”, Australian Journal of Soil Research (Tập san Nghiên cứu Đất của Úc) 35, pp. 777-784, Melbourne.

Landloch 2003, “Bề mặt khô ráp trên sườn dốc được khôi phục”, điều khoản kỹ thuật Landloch <<http://www.landloch.com.au/technotes>>.

Scanlan JC, Pressland AJ & Myles DJ 1996, “Rò rỉ và dịch chuyển đất trên sườn dốc trung bình ở vùng rừng chăn thả đồng bắc Queensland”, Rangeland Journal (Tập san Đất chăn thả) 18(1), Nhà xuất bản CSIRO, Collingwood, Victoria.

Silburn DM, Carroll C, Ciesiolka CAA, Hairsine P 1992, “Quản lý tác động tới rò rỉ và mất đất từ đồng cỏ tự nhiên tại Central Queensland”, trong Proceedings 7th Australian biennial rangeland conference (Biên bản hội nghị đất chăn thả hai năm một lần lần thứ 7 của Úc), Cobar NSW 5-8 Tháng 10 năm 1992, pp. 294-295.

Sobek, AA, Skousen, JG & Fisher, Jr, SE 2000, “Những thuộc tính vật lý và hóa học của đất mỏ và tạp chất”, trong Reclamation of Drastically Disturbed Lands (Khôi phục Khu đất bị Đào xới Nghiêm trọng), RI Barnhisel, RG Darmody và WL Daniels (eds.), Agronomy Monograph (Chuyên khảo Nông học) 41, pp. 77-104, Xã hội Nông học Châu Mỹ, Madison, Wisconsin.

Sparks, DL, Page, AL, Helmke, PA, Loeppert, RH, Soltanpour, PN, Tabatabai, MA, Johnston, CT & Sumner, ME (eds.) 1996, Methods of soil analysis, part 3, physical methods (Phương pháp phân tích đất, phần 4, phương pháp hóa học), Xã hội Khoa học Đất của Châu Mỹ, Inc., Madison, Wisconsin.

Tremblay, GA và Hogan, CM (eds) 2001, MEND manual, volume 2, sampling and analysis (sổ tay MEND, quyển 2, ví dụ và phân tích), Nguồn tài nguyên Tự nhiên Canada (CANMET), Ottawa.

Ward, SC, Koch, JM & Ainsworth, GL 1996, “Tác động của thời gian của các quy trình khôi phục khi triển khai rừng Jarrah sau khi khai thác mỏ bauxit” Restoration Ecology (Khôi phục Sinh thái học) 4, pp. 19-24, Melbourne.

Williams, DJ 2006, “Tình huống thay đổi mang tính cách mạng đối với quá trình khôi phục và phế liệu mỏ khai thác”, Biên bản lưu Hội thảo Quốc tế Lần thứ Hai về Chiến lược chống lại Các phương pháp Tiếp cận Khôi phục tới Khai thác mỏ, Perth, Australia, 8-10 Tháng 3 năm 2006, pp. 19.

Williams, DJ, Stolberg, DJ & Currey, NA 2006, “Kết quả lâu dài của hệ thống tầng phủ “lưu trữ/giải phóng” của Kidston trên bãi đá thải có nguy cơ hình thành axit”, Proceedings of Seventh International Conference on Acid Rock Drainage (Biên bản lưu Hội thảo Quốc tế Lần thứ 7 về Hệ thống Thoát nước của đá Axit), St Louis, Missouri, USA, 26-30 Tháng 3 năm 2006, pp. 2385-2396.

Williams, RD & Schuman, ED (eds.) 1987, “Cải tạo Đất Mỏ và Tạp chất tại Western United States”, Analytic Parameters and Procedures (Các quy trình và Thông số Phân tích), Xã hội Bảo tồn Đất của Châu Mỹ, Ankeny, Iowa.



## WEB SITES

- Bộ Môi trường và Di sản (Department of the Environment and Heritage), [www.deh.gov.au](http://www.deh.gov.au)
- Bộ Công nghiệp, Du lịch và Tài nguyên (Department of Industry, Tourism and Resources), [www.industry.gov.au](http://www.industry.gov.au)
- Chương trình Phát triển Bền vững với Phương thức Hàng đầu (Leading Practice Sustainable Development Program), [www.industry.gov.au/sdmining](http://www.industry.gov.au/sdmining)
- Hội đồng Bộ trưởng về Tài nguyên Khoáng sản và Dầu mỏ (Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources), [www.industry.gov.au/resources/mcmpr](http://www.industry.gov.au/resources/mcmpr)
- Hội đồng Bộ trưởng Úc (Minerals Council of Australia), [www.minerals.org.au](http://www.minerals.org.au)
- Duy trì Giá trị (Enduring Value), [www.minerals.org.au/enduringvalue](http://www.minerals.org.au/enduringvalue)

## DANH MỤC THUẬT NGỮ

**Khu mỏ bỏ không**

Một khu vực được sử dụng chính thức cho quá trình khai thác mỏ hay khai khoáng, ở đó đã hoàn tất việc đóng cửa và vẫn còn chủ sở hữu trên danh nghĩa.

**Tiêu nước axit ở mỏ**

Hệ thống thoát nước có chứa axit từ phế thải của mỏ khai thác là do quá trình ôxi hóa sunfua như là pyrit.

**Quản lý thích nghi**

Một quy trình mang tính hệ thống để tiếp tục cải thiện các chính sách quản lý và các hoạt động bằng cách nghiên cứu kết quả của các chương trình hoạt động. Hướng dẫn Hành động tốt của ICMM về Khai thác mỏ và Đa dạng sinh học đề cập tới quản lý thích nghi như một “hoạt động - điều phối - đánh giá - điều chỉnh”.

**Vật tương tự**

Đặc điểm không bị khai thác trái ngược lại với đặc điểm bị khai thác có thể được so sánh.

**Góc nghiêng ổn định**

Góc nghiêng tối đa so với phương ngang tại đó vật liệu nhất định sẽ nằm yên trên một bề mặt nhất định mà không bị trượt hoặc lăn.

**Lấp đầy**

Lấp một hố đào hoặc khoảng trống.

**Sườn dốc thoải chân**

Đục lõm hoặc làm dốc lưng tường theo chiều hướng liên tục.

**Đường gờ**

Một giá hoặc gờ ngang được xây dựng trong một đường đê hoặc tường dốc để ngăn độ dốc dài liên tục với mục đích củng cố và tăng cường sự ổn định của sườn dốc, để giữ hoặc ngăn vật liệu tuột khỏi sườn dốc, hoặc để kiểm soát dòng chảy đi của nước và xói mòn.

**Đê**

Một bức tường duy trì bằng đất.

**Phá bỏ mao dẫn**

Một lớp vật liệu thô đặt giữa những vật liệu kết cấu tốt hơn để ngăn sự dịch chuyển dọc của nước (và muối đi kèm) bằng sự căng bề mặt từ vật liệu thấp hơn, kết cấu tốt hơn tới vật liệu cao hơn kết cấu tốt hơn.

**Những loài có khả năng lồi cuốn**

Những loài nổi bật mà có thể đang yêu cầu nhưng đáp ứng phần nhỏ mục đích then chốt trong việc duy trì hệ sinh thái bền vững.

**Tiêu chuẩn hoàn thiện**

Một tiêu chuẩn thống nhất hay mức độ thực hiện sẽ chứng minh việc đóng cửa thành công của khu vực khai thác.

**Những loài bí ẩn**

Những loài ít quan sát thấy hoặc không dễ để ý tới.

**Đất phân tán**

Đất có cấu trúc không ổn định và phân tán trong nước thành nhiều hạt cơ bản (như là cát, bùn và đất sét). Đất phân tán có xu hướng bị xói mòn cao và xuất hiện các vấn đề để quản lý thành công công việc đào đắp.

**Hệ sinh thái**

Một hệ thống toàn bộ lợi ích của các thành viên với sự tham gia của mỗi cá thể thông qua mối quan hệ cộng sinh (mối tương quan tích cực tổng thể). Đó là một thuật ngữ xuất xứ từ sinh vật học và đề cập tới hệ thống bền vững.

**Gói gọn**

Tất cả rào chắn chất thải trong một vật liệu khác mà tách rời vật liệu phế thải ra khỏi những điều kiện bên ngoài (thường là ôxi và nước).

Đổ từ phía sau

Quá trình đổ vật liệu từ phía sau của xe thùng lật. Bãi phế thải được xây dựng

Chốt xói mòn

Chốt kim loại trong đất để cung cấp dấu chuẩn và sử dụng để ước tính mức độ của bề mặt làm giảm sự ăn mòn tại điểm đó. Khi sự ăn mòn trên sườn đồi biến đổi lên cao, cần có một lượng lớn chốt nếu có một ước tính xói mòn chính xác. (Nhìn chung, số chốt sử dụng là thiếu rất nhiều). Phương pháp tiếp cận này phù hợp hơn với quá trình tăng trưởng đang được đánh giá của các rãnh hoặc dòng lớn, nơi độ xói mòn được khoanh vùng mạnh.

Khoảng trống cuối cùng

Mở lộ thiên còn lại khi đóng cửa mở khai thác.

Dấu vết

Khu vực bề mặt được bao phủ bởi mỏ và các cơ sở hạ tầng kết hợp của nó.

Hệ sinh thái thiết thực

Một hệ sinh thái ổn định (không đặt mục tiêu tỷ lệ xói mòn cao), hiệu quả trong duy trì nước và dinh dưỡng và khả năng tự ổn định.

Gieo giống nước

Phun hỗn hợp lớp phủ giấy hoặc rơm, có chứa hạt giống, phân bón và một chất gắn, trên một sườn dốc quá đứng hoặc không thể tiếp cận bằng những kỹ thuật gieo giống truyền thống.

Phím vào

Xây dựng mương đầy phía sau để giảm lượng rò rỉ hoặc tăng cường sự ổn định của một đê đất.

Kiểm tra động lực

Kiểm tra động lực hình thành axit, trong đó có tác động của thời gian phản ứng.

Hoạt động đi đầu

Hoạt động hiện thời sẵn sàng tốt nhất thúc đẩy phát triển bền vững.

Nguồn gốc địa phương

Những loài cây có nguồn gốc tự nhiên gần gũi với khu vực chúng sắp được trồng (ví dụ như trong cùng khu vực địa phương).

Lỗ vĩ mô

Khoảng trống lớn giữa những mảnh thớ to.

Cảnh trắng

Một kỹ thuật sử dụng lưới gạt xe ủi để làm viền mẫu để giúp ngăn xói mòn.

Cao hơn

Nước hoặc bùn chất thải tràn quá đỉnh của kết cấu chặn.

Bãi đổ nhỏ

Đổ bằng xe tải lên bề mặt phẳng.

Những loài đầu tiên

Những loài đầu tiên cư trú ở một khu vực bị đào xới.

Chồi mầm

Mọi cấu trúc có khả năng phát triển thành loài cây mới, cho dù sinh sôi hữu tính hay vô tính (thực vật). Điều này bao gồm hạt giống, bào tử và mọi phần của một cơ thể thực vật có khả năng phát triển độc lập nếu tách ra khỏi cơ thể mẹ.

Làm rối

Dòng chảy và nhánh của đá thải thớ to khi đổ bỏ trên một sườn dốc có góc nghiêng ổn định.

Phế liệu phản ứng

Phế liệu phản ứng khi tiếp xúc với ôxi.

Các loài khó trồng

Những loài khó triển khai trở lại.

Khôi phục

Phục hồi khu đất đã bị đào xới về trạng thái ổn định, có khả năng sản xuất và bền vững sau khi tiến hành

tính toán việc sử dụng tốt khu vực khai thác và khu đất xung quanh.

Bàn giao

Chính thức được các cơ quan chức năng liên quan thông qua và chỉ ra rằng tiêu chuẩn hoàn thiện cho mỏ khai thác đã đáp ứng yêu cầu của cơ quan chức năng.

Thực vật còn lại

Thực vật tự nhiên còn lại sau khi tiến hành làm sạch rộng rãi.

Đổ đá Một tập hợp lỏng của đá vỡ được đưa vào để bảo vệ đất khỏi lực xói mòn hoặc khỏi dịch chuyển do vượt quá lực thủy tĩnh.

Bề mặt ROM

Dự trữ quặng mỏ khai thác mới sử dụng để cung cấp cho phân xưởng và nhà máy gia công.

Vò

Quá trình phá vỡ vỏ hạt giống để thúc đẩy nảy mầm.

Bùn

Vật rắn được phân rã tốt mà không làm dày lên khi ở bên ngoài.

Giấy phép xã hội để hoạt động

Sự ghi nhận và chấp thuận một đóng góp của công ty cho cộng đồng trong những hoạt động của công ty, vượt ra bên ngoài cuộc gặp theo yêu cầu cơ bản của pháp luật hướng tới phát triển và duy trì những mối quan hệ mang tính chất xây dựng của các bên liên quan cần thiết để thương mại trở nên bền vững. Xét một cách toàn diện điều này đạt được nhờ nỗ lực xây dựng mối quan hệ trên cơ sở trung thực và tôn trọng lẫn nhau.

Đất kiềm

Đất có chứa tỷ lệ natri đáng kể (thông thường lớn hơn sáu phần trăm) trong những biện pháp phòng tránh tổng thể có thể thay đổi. Đất kiềm có xu hướng thoát nước chậm do cấu trúc đất <http://davesgarden.com/terms/go/840/> nghèo nàn.

Tính toán cơ sở axit tĩnh

Cân bằng giữa axit hoàn thiện và những phản ứng kiềm.

Khai thác theo bậc

Bỏ không hoặc mở mỏ ngầm.

Tầng phủ lưu trữ/giải phóng

Lớp phủ phù hợp với khí hậu thiếu độ ẩm hoặc theo mùa mà lưu trữ lượng nước mưa thấm trong suốt mùa mưa và sau đó giải phóng qua quá trình bốc hơi nước trong mùa khô.

Tác động của Bờ

Tác động của một môi trường sống lên một môi trường sống khác theo ranh giới giữa hai môi trường sống. Một môi trường sống đã làm sạch có thể đưa tác động dọc theo ranh giới của nó với một môi trường sống chưa được làm sạch bằng cách tăng cường quá trình xuyên qua của ánh nắng và gió.

Trên bề mặt

Nước có thể lấy từ phía trên của bùn chất thải tích tụ.

Cơ sở lưu trữ chất thải

Một khu vực được sử dụng để giữ chất thải; khu vực này có chức năng chính là bố trí chất rắn và cải thiện chất lượng nước. Nó đề cập tới cơ sở tổng thể, và có thể bao gồm một hoặc nhiều bể chất thải.

Cấy ghép mô

Một phương pháp nhân giống vô tính sử dụng để sản xuất hệ thực vật vô tính đặc biệt với lượng lớn.

Đường đi của các quần thể khôi phục

Có xu hướng khôi phục khi nó phát triển theo thời gian.

Đá phế liệu

Đá không có giá trị kinh tế lấy ra từ đất trong một hoạt động khai thác mỏ để tiếp cận với quặng.

Làm ẩm

Nước mưa thấm vào chất thải mỏ khai thác, các quá trình này hướng xuống dưới.

